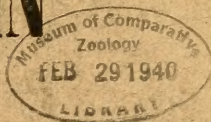


mos

25-ES-7

BULLETIN

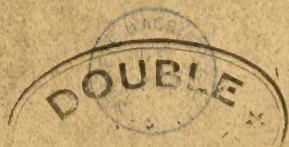
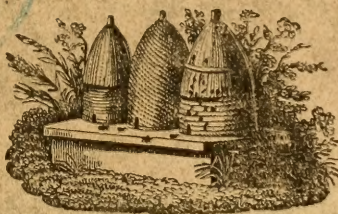
DE LA



SOCIÉTÉ D'HISTOIRE NATURELLE

DU DÉPARTEMENT DE LA MOSELLE.

5.° CAHIER.



METZ,

IMPRIMERIE, LIBRAIRIE ET LITHOGRAPHIE DE VERRONNAIS,
RUE DES JARDINS, 14.

1848-1849.

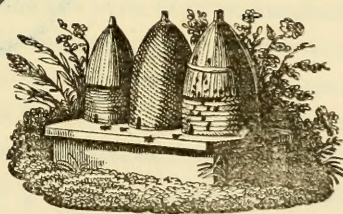
BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ D'HISTOIRE NATURELLE

DU DÉPARTEMENT DE LA MOSELLE.

5.^e CAHIER.

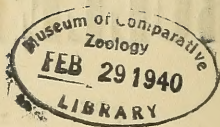


DOUBLE
METZ,

IMPRIMERIE, LIBRAIRIE ET LITHOGRAPHIE DE VERRONNAIS,
RUE DES JARDINS, 44.

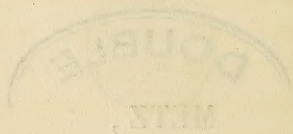
—
1848 - 1849.

9288



Harvard University
Museum of Comparative Zoology
DeGrand fund
February 17, 1940

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOOLOGY
LIBRARY
CAMBRIDGE MASS.



1868-1870

COMPTE-RENDU DES TRAVAUX

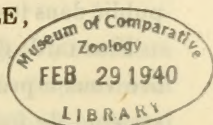
DE LA

SOCIÉTÉ D'HISTOIRE NATURELLE

DU DÉPARTEMENT DE LA MOSELLE,

PENDANT L'ANNÉE 1847.

PAR M. DE SAULCY, SECRÉTAIRE.



MESSIEURS,

En mettant sous vos yeux l'exposé succinct des travaux de l'année 1847, si votre secrétaire se trouve dans l'obligation de vous déclarer que cette année écoulée est loin d'avoir été aussi féconde que les années antérieures, et que le petit nombre des mémoires ou matériaux quelconques réunis dans vos archives vous a placés en quelque sorte dans la nécessité d'interrompre la série de vos publications annuelles, il est de son devoir aussi de vous dire que l'année 1847 n'a pas été non plus complètement stérile. Quelques observations tout-à-fait neuves, quelques communications pleines d'intérêt ont été déposées dans votre sein, comme autant de germes précieux que le temps et la méditation sont appelés à rendre féconds dans un avenir plus ou moins rapproché.

Dans un mémoire résumant les observations persévérantes de plus de vingt années consécutives, M. Soleirol vous a donné pour bien dire une carte topographique des diverses

couches et assises du Lias dans les environs de Metz. Il vous a fait voir comment tous les bancs se rattachaient les uns aux autres, et se raccordaient entre eux dans les carrières où se fait l'exploitation de la roche qui fournit la chaux hydraulique, et comment il était possible de reconnaître ces mêmes bancs auxquels des noms particuliers ont été assignés par les ouvriers. Ce travail dont M. Soleirol vous a donné lecture a été publié dans les mémoires de l'académie de Metz.

Plus tard, dans une notice pleine d'intérêt, le même membre vous a présenté le résultat de ses méditations sur tout un système de forces centrales, propres à la matière encore en fusion formant la presque totalité de la masse sous-jacente de notre planète, et susceptibles selon lui d'expliquer les bouleversements de sa croûte solidifiée et les révolutions diverses, survenues à sa surface aux différents âges.

Des observations trop superficielles avaient jusqu'ici fait confondre avec le pic-verd de nos contrées, une espèce analogue répandue sur le sol de l'Algérie; M. Malherbe a mis en lumière les différences constantes qui signalent invariablement les individus appartenant à chacune des deux régions, et il a ainsi doté la science d'une espèce nouvelle, décrite par lui sous le nom de *Chloropicus Vaillanti*.

Les consciencieuses observations de M. Holandre ont enrichi la Flore de la Moselle d'une variété de l'anémone *ranunculoides*, variété que notre savant collègue a désignée sous le nom de *biflora*. C'est à lui que nous devons encore la communication d'une variété bien remarquable de l'orobanche rameuse, variété observée pour la première fois sur un pied de primevère conservé en serre et provenant de Chine.

M. Krémer vous a signalé l'existence d'une plante qui ne figurait point encore dans le catalogue du département de la Moselle, c'est le *Spherocharpus Michellii*.

M. Monard (Pascal) a mis sous vos yeux un échantillon de *parmelia esculenta*, cette manne du désert de l'Algérie, susceptible d'alimenter dans une certaine mesure les animaux et mêmes les hommes. Il vous a fait part des expériences tentées par le général Yousouf et du succès qui les avait couronnées, puisque des chevaux soumis à un régime mélangé d'abord, puis absolu, avaient subi l'épreuve pendant un temps assez prolongé sans en être sensiblement affectés.

Un de vos membres correspondants, M. Lejolis, botaniste distingué, vous a fait part de ses observations sur le *phormium* rouge, importé à Cherbourg de la nouvelle Zélande, et qui a fleuri pour la première fois en Europe dans le courant de 1847. La fleur remarquable de cette plante rare vous a été décrite avec le soin le plus minutieux dans une lettre de M. Lejolis.

M. Terquem, dont les explorations paléontologiques et de minéralogie ne reculent devant aucune sorte de difficultés, vous a signalé quelques espèces nouvelles de fossiles trouvées par lui dans le grès d'Etange, soit dans le règne animal soit dans le règne végétal. De plus il a constaté dans les bancs du lias de la plaine de Magny, explorés par suite des travaux du chemin de fer, l'existence de nombreuses espèces de foraminifères. Jusqu'à présent les débris de ces animaux n'avaient point encore été reconnus dans les roches de cette formation : M. Terquem a eu la bonne fortune d'en trouver environ une trentaine d'espèces toutes plus étranges les unes que les autres, et il vous a produit les dessins grossis des formes bizarres qu'il a découvertes dans cette création, en quelque sorte microscopique, et que jusqu'à présent sans doute ses dimensions infimes avaient soustraites aux investigations de nos géologues.

M. Terquem s'est occupé avec zèle de classer méthodique-

ment toute la partie paléontologique du cabinet de géologie.

M. Géhin a mis résolument la main à l'œuvre pour déterminer et disposer systématiquement la collection d'entomologie.

MM. Monard se sont chargés du soin de remanier en entier l'herbier de la ville.

Les collections du musée se sont enrichies de dons nombreux dans les trois règnes. MM. Chaussier, de Lamothe, Malherbe, Brosset, Taillefert, Desoudin, Niepce, Rodolphe, Soleirol, Krémer, Ronfleur, Didion et Chenot, ont tous contribué dans des proportions plus ou moins étendues à l'embellissement de cet établissement dont l'importance s'est singulièrement accrue grâce à l'impulsion que les membres qui le dirigent ont su lui donner.

Au nombre des objets remarquables qui ont été donnés dans le courant de 1847, je crois devoir signaler d'une manière toute spéciale à votre attention, une pièce extrêmement curieuse ; c'est un chevreuil tué dans les environs de Sarreguemines, et dont la robe est entièrement du blanc le plus pur, si ce n'est toutefois sur les parties latérales de la tête, dans le voisinage des oreilles, et un peu sur le col, où l'on trouve non pas le fauve ordinaire des chevreuils, mais une teinte grise parfaitement tranchée et limitée. C'est je crois un des exemples les plus extraordinaires d'albinisme qu'il soit possible d'observer.

Pour compléter la revue des faits accomplis dans l'année 1847, il me reste, Messieurs, à faire ressortir le mouvement qui s'est opéré dans votre personnel.

Le nombre de vos membres titulaires s'est accru de trois, MM. Koch, Niepce et Krémer ; celui de vos correspondants de sept, MM. Gueneau d'Aumont, capitaine d'infanterie à Marseille ; Charles Paris, docteur médecin à Gray (Haute-Saône) ; Godron, docteur médecin, professeur à la faculté

de Nancy ; Brosset , enseigne de vaisseau de la marine nationale ; Lejolis , négociant à Cherbourg ; Delesse , ingénieur des mines à Besançon et Lesaing , docteur médecin à Blamont (Meurthe).

Un de vos membres titulaire , M. Simon , a passé dans la catégorie de vos associés libres ; un de vos associés libres , M. Plassiart , ingénieur des ponts et chaussées , appelé en Corse par les exigences du service , est passé au nombre de vos membres correspondants ; un autre de vos associés libres , l'abbé Maréchal , a dû vous offrir sa démission pour des motifs inutiles à déduire et qui n'ont pu nullement diminuer le regret que vous avez éprouvé de la retraite d'un collègue estimé et honoré.

Le dernier élu parmi vos membres correspondants , à peine nommé vous était enlevé par la mort , et c'est tout au plus si le docteur Lesaing a pu recevoir le diplôme que vous lui aviez accordé.

Enfin , Messieurs , par un concours bien singulier de circonstances fortuites , les trois membres titulaires que vous aviez admis parmi vous , ont dû passer depuis leur nomination au nombre de vos membres correspondants , le service les ayant disséminés sur le sol de la France ; si bien qu'en définitive le nombre des membres titulaires a diminué d'un , celui des associés libres également d'un , et celui des membres payant leur cotisation annuelle de deux.

CONSEQUENCES HASARDÉES

QU'ON PEUT TIRER

DES IDÉES ADMISES EN GÉOLOGIE.

NOTE

PRÉSENTÉE A LA SOCIÉTÉ D'HISTOIRE NATURELLE DU DÉPARTEMENT
DE LA MOSELLE, LE 27 MAI 1847,

PAR M. SOLEIROL.

On disait, il y a cinquante ans, que la géologie était le roman de l'imagination. Dans le fait les faiseurs de système, dépourvus des nombreuses observations consignées depuis cette époque, cherchaient à expliquer la formation de la terre d'après ce qu'ils avaient vu, et se contredisaient les uns les autres faute d'avoir des connaissances positives sur l'ensemble des faits.

Depuis lors la science a fait des progrès immenses qui déjà ont fixé l'opinion sur bien des points. Peut-être serait-il sage de recueillir de plus amples connaissances avant d'établir des théories générales; mais l'homme désireux de pénétrer les secrets de la nature ne peut attendre patiemment les résultats de l'étude qui ne se présentent que lentement, tandis qu'il voit sa vie s'écouler avec tant de rapidité.

Qu'on me pardonne donc d'oser aborder un sujet si élevé en faveur de la forme timide et réservée sous laquelle je présente mes idées sachant parfaitement qu'en géologie il y a grande témérité à affirmer l'explication de certains phénomènes.

Suivant les idées généralement reçues, le noyau de la terre est une masse métallique en fusion. Partant de cette hypothèse on peut faire deux questions :

1.^o Cette masse métallique est-elle homogène?

2.^o Toutes les parties de cette masse sont-elles dans un repos relatif?

Pour répondre à la première question on peut remarquer que les métaux qu'on exploite dans les terrains anciens, sous forme de filons, particulièrement ceux qui sont situés dans les terrains qu'on nomme de surgissement, ne sont pas de même nature, et que ces sortes d'éjaculations, dont les bases semblent reposer sur la masse interne, peuvent être considérées comme des échantillons de cette masse qui attestent, suivant les lieux, la présence de métaux différents.

Si on admet le manque d'homogénéité dans la masse métallique, il s'ensuivra qu'en un point le cuivre dominera, dans un autre l'étain, dans un troisième l'or, et ainsi de suite pour les métaux dont la présence sur le globe ne semble pas être le résultat d'une précipitation.

La solution de la seconde question présente plus de complication, parce que les faits sur lesquels elle repose ne sont pas aussi palpables que les surgissements qui peuvent être observés par tout le monde.

Les mémorables lois de Képler, qui viennent de recevoir une si éclatante application dans la belle découverte de M. Leverrier, ne doivent-elles pas régir tout ce qui est matière? On a dit que les couches de l'atmosphère devaient avoir, d'après le principe général de la gravitation, des vitesses différentes et que, dans l'explication de certains vents, on devait tenir compte de cette circonstance.

Pourquoi la masse métallique centrale ne serait-elle pas soumise à la même loi? Par conséquent ne sommes-nous pas autorisés à croire que vers le centre de la terre la vitesse de rotation du métal est plus grande que la vitesse diurne de l'écorce du globe?

Cela posé, si on reporte l'imagination à l'origine des choses, lorsque la matière fut lancée dans l'espace, rien ne s'oppose à penser que la masse interne était composée de masses partielles distinctes dans leur nature intime présentant des dimensions énormes et que, par cette raison, je nommerai *régions*.

Ces régions avaient des pesanteurs spécifiques qui leur étaient propres, suivant la nature du métal dont elles étaient composées. Rien ne prouve qu'au moment de la projection dans l'espace, elles dussent être superposées dans un ordre dépendant de leur pesanteur spécifique; au contraire, je suppose qu'à cet instant leurs positions respectives étaient quelconques, même tumultueuses; seulement soumises aux lois de la gravitation universelle, et animées de la force de projection, elles agissaient les unes sur les autres en raison directe de la masse et inverse du carré des distances.

On pouvait donc les considérer comme un système de corps qui, à la vérité, se touchaient de proche en proche, mais qui étant néanmoins dépendants des lois de la gravitation, devaient tendre à régulariser leurs mouvements pour accomplir les conséquences du principe et parvenir, autant que possible, à suivre les lois imposées au corps céleste de toute éternité, savoir: 1.^o Les aires proportionnelles au temps; 2.^o La figure elliptique des orbes; 3.^o Enfin les carrés des temps des révolutions, proportionnels aux cubes des grands axes des orbites.

Dans l'état primitif des choses, si bien caractérisé par le terme du *cahos*, chaque région, animée de la vitesse initiale, et agissant comme point matériel, pouvait tendre à opérer un déplacement pour arriver à l'état d'équilibre définitif.

Ainsi par exemple une région très-dense entourée de régions dont la pesanteur spécifique était moins grande, pouvait chercher à pénétrer au travers de celle-ci pour occuper une place

qui devait lui appartenir, en raison de sa masse et des forces dont elle était animée.

Des milliers de siècles ont pu être témoins de ces fluctuations internes, et pendant cette moitié d'éternité, l'écorce se figeait, s'épaississait par la précipitation des terrains successifs.

Du déplacement des régions ont pu résulter quelques efforts dirigés de l'intérieur contre la croûte superficielle, si mince en comparaison du diamètre de la terre.

C'est ainsi que dans les agitations qu'on remarque en aval des ponts, dans les grandes eaux, on voit souvent des masses de fluide s'élever un peu en forme de dôme au-dessus de la surface.

De même les régions soumises à la vitesse de rotation qui leur est propre et à la force centrifuge, ont pu, à certaines époques et dans certains lieux, opérer des phénomènes que je crois pouvoir expliquer et qui sont évidemment le résultat d'une force dirigée du centre à la surface.

D'après ces diverses considérations, il me semble qu'on peut admettre qu'il a existé et qu'il existe encore de ces forces qui donnent l'explication de faits dont l'origine est enveloppée d'une profonde obscurité sans ce secours.

Le fait le plus remarquable sans contredit qui peut être expliqué par l'action des forces internes, est celui des soulèvements, si bien constatés maintenant par les observations modernes et dont le fait a pu se reproduire à des époques différentes, puisque l'agitation des régions existe peut-être encore aujourd'hui.

Le surgissement des filons porphyriques peut être aussi attribué à la même cause; l'effort s'est exercé contre une masse fluide recouverte par une croûte solide, un orifice qui existait ou qui s'est formé, a permis à la matière de sortir par suite de l'effort souterrain, comparable à celui d'un

piston. De là les dykes, les cônes trachytiques, les dômes de soulèvement et ceux d'épanchement, suivant les lieux et l'époque où l'action s'exerçait contre les porphyres, même contre les granits, ou bien contre les pâtes trachytiques; plus tard contre les pâtes basaltiques, enfin contre les substances qui composent maintenant les déjections des volcans.

Si l'existence des forces intérieures semble suffisamment démontrée par ce qu'il vient d'être dit, il faut convenir aussi que leur intensité a dû diminuer sensiblement depuis l'origine jusqu'à présent.

Ainsi le brassage, résultat du mouvement des régions entre elles, a dû continuellement opérer un mélange qui tend de plus en plus à amener la masse interne à l'état homogène. Or les forces intérieures étant en grande partie dues à la différence de pesanteur spécifique des régions, dès qu'il y aura homogénéité les forces internes disparaîtront.

C'est ainsi que de nos jours les soulèvements considérables et brusques ne se présentent plus; à peine en trouve-t-on de petits exemples dans le voisinage des volcans, et quand c'est un pays qui se soulève, l'action est très-lente.

Le refroidissement du globe en faisant perdre aux régions de leur fluidité, apporte nécessairement un obstacle au mouvement et réduit les forces internes à de simples pressions, tandis que primitivement elles pouvaient produire des espèces de percussions en raison de la vitesse avec laquelle une région pouvait agir.

Entre la masse centrale et la croûte figée il est probable qu'il existe une matière fluide qui ne se refroidit jamais et qui reste constamment à l'état de lave, telle qu'on peut la voir dans les coulées modernes des volcans.

Cette substance à l'origine était le résultat de la vitrification des premiers terrains, depuis la précipitation des terrains

subséquents, dont quelques portions ont pu arriver jusqu'au noyau, la nature des laves a dû changer et devenir enfin telle que nous les voyons aujourd'hui.

On admettra facilement que la lave en fusion peut produire certains gaz soit par sa propre vitrification soit par l'introduction de l'eau sur sa surface ; ces gaz s'échappent ordinairement par les volcans qui sont les soupiraux naturels ; mais quand une force intérieure, de la nature de celles que nous supposons exister, vient presser la croûte terrestre de bas en haut dans le voisinage d'un volcan, la lave liquide s'élève dans le cratère, bouche l'orifice, les gaz ne peuvent alors sortir que par explosion, et déterminent de prodigieuses détonations. Enfin quand la lave montée à une certaine élévation s'est écoulée, l'obstacle que les gaz avaient rencontré n'existe plus et tout rentre dans le dégagement tranquille, avec d'autant plus de facilité que l'action de la force interne, qui n'est que passagère, cesse d'agir ; le soupirail est débarrassé et le volcan reste en repos jusqu'à une époque aussi incertaine que peut l'être le retour et la présence des forces internes.

Je pense que d'après les mêmes principes on peut expliquer les phénomènes de certains tremblements de terre, et peut-être de tous.

Le mouvement irrégulier et compliqué des régions pouvant opérer des soulèvements dans certains pays, peut très-bien dans d'autres former une dépression sur la masse métallique centrale.

Le refroidissement général peut aussi contribuer à la formation de vides entre la masse et la croûte cristallisée. Or si tout-à-coup la portion solide s'écroule et comble ce vide, il doit arriver un ébranlement sensible, non-seulement à la surface, comme cela s'est vu, mais encore loin du point de chute, attendu que frappant une matière semi-fluide, il doit en résulter

des ondulations plus ou moins nombreuses, comparables à ce qui se produit à la surface des eaux tranquilles quand on y laisse tomber un corps pesant.

Aussi donne-t-on le nom de secousse à ces ébranlements, dont le nombre ne s'élève guère de suite à plus de deux ou trois; ce qui est déjà beaucoup pour l'agitation d'une masse métallique qui ne jouit pas d'une parfaite fluidité.

Si de nouvelles secousses se font sentir, *après un repos*, c'est que probablement il se fait un nouvel éboulement.

Dans le voisinage des volcans, les déjections sorties pendant les éruptions doivent contribuer à multiplier les chutes de ces avalanches infernales, puisque c'est une cause de plus dans la formation des vides.

Lors des tremblements de terre, le terrain s'exhausse et s'abaisse, il se forme des crevasses; les édifices éprouvent des dislocations d'autant plus grandes que leurs constructions sont plus élevées. On peut se rendre facilement compte de tous ces faits par une expérience que tout le monde peut faire.

Prenez une plaque de liège, enfoncez dans son milieu, et perpendiculairement à sa surface un bâton, placez la plaque sur une nappe d'eau tranquille, puis jetez à une certaine distance une pierre dans le fluide; vous verrez les ondulations gagner la plaque, la faire monter, descendre, et enfin le bâton subir dans sa partie supérieure des mouvements d'oscillation qui vous expliqueront la démolition des clochers, des églises, l'ébranlement des cloches, faits qui sont observés dans ces convulsions de la nature et qui permettent d'apprécier la direction dans laquelle agit la secousse.

Lors du tremblement de terre du 29 juillet 1846 qui a été ressenti à Metz et surtout dans la Prusse-Rhénane, les personnes qui se trouvaient dans les étages supérieurs ont été plus fortement agitées que celles qui étaient au rez-de-chaussée.

Dans certaines villes de la rive droite du Rhin, on dit avoir entendu des bruits souterrains comparables à de grands éboulements de pierre.

Il est évident pour tout le monde que les soulèvements des montagnes et les éruptions des volcans sont le résultat de forces intérieures ; quant à l'origine et à la cause de ces forces, on ne se trouve plus aussi facilement d'accord ; l'explication que je propose admet l'existence de deux principes qui ont dû produire de grands effets autrefois et dont l'action va sans cesse en diminuant.

L'un de ces principes est le manque d'homogénéité dans la masse centrale, et l'autre le mouvement relatif des parties constituantes de cette masse métallique encore en fusion aujourd'hui.

Si mon système peut être contesté, il repose au moins sur des lois qui sont inhérentes à la matière, et je m'estimerais heureux si en lisant cette note les maîtres de la science disaient : Cela est possible !



NOTE

SUR

QUELQUES NOUVELLES ESPÈCES DE PICS

PAR M. ALFRED MALHERBE.

PICUS STRICKLANDI (Malh. Revue zool. Cuv. 1845,
p. 373.)

PIC DE STRICKLAND.

(Malh. monog. picin. pl. , fig. 1 le mâle adulte ; fig. 2 la femelle adulte ; fig. 3 la jeune femelle.)

Mas. adult. — *Supra fuscus ; occipite rubro ; regione parotica angustâ lineâ albâ ab oris rictu nascente cinctâ ; nuchâ utrinque largâ maculâ albâ ; remigibus extus et intus cum maculis candidis ; toto corpore subtus albo, maculis majusculis, numerosis, obcordatis, et transversis nigricantibus, rectricibus utrinque duabus lateralibus albo-fasciatis, cæteris totis nigris.*

Fœm. adult. — *Mari simillima nisi absque fasciâ occipitali rubra.*

Juv. fœm. — *Dorso transversim albo fuscoque variegato. Toto corpore subtus albo, striolis longitudinalibus et obcordatis nigricantibus.*

Je ne connaissais que la jeune femelle de cette espèce nouvelle, lorsque j'en ai publié une description dans la *Revue*.

zoologique. Depuis cette époque, j'ai vu le mâle adulte dans la collection du *British Museum*, et la femelle adulte dans la collection de M. Wilson, de Philadelphie. Ce pic provient du Mexique et la jeune femelle que je possède dans ma collection m'a été gracieusement offerte par le savant ornithologiste M. H.-E. Strickland, dont le nom distingue cette espèce.

Le mâle adulte. — Sillons latéraux du bec rapprochés des rebords ; arête supérieure assez saillante ; bec presque droit et conique, brun de corne, jaunâtre vers le milieu, sur les côtés et en dessous ; narines recouvertes par une petite touffe de plumes recourbées et assez courtes, d'un brun roussâtre très-clair ; front de la même couleur. Tout le dessus de la tête, nuque, dos, croupion et tectrices d'un brun sale, lustré, plus foncé sur la tête et sur le croupion que sur le reste du corps ; à l'occiput une bande d'un rouge vermillon qui va en rétrécissant aux deux extrémités ; tempes du même brun et entourées par deux lignes blanches très-étroites, lesquelles confondues près de la mandibule supérieure, se divisent ensuite pour passer au-dessus de l'œil et sur le côté du cou, et viennent se réunir de chaque côté de la nuque où se trouve une très-large plaque blanche. De la mandibule inférieure part une bande brune irrégulière qui borde la ligne blanche et s'étend au bas de la plaque blanche du côté de la nuque.

Les rémiges primaires sont brunes ayant, à l'exception de la première, de fines taches blanches dans la moitié supérieure de leur rebord externe, et de larges taches blanches arrondies sur leur rebord interne. La quatrième rémige est la plus longue et dépasse à peine la cinquième qui diffère elle-même très-peu de la troisième. Les pennes les plus longues sont ensuite la sixième, la septième et la deuxième.

Les rémiges secondaires ont toutes une ou deux petites taches blanches vers l'extrémité inférieure de leur rebord externe, et des taches blanches oblongues sur leur rebord interne.

La queue est d'un brun foncé ; les deux pennes externes de chaque côté sont rayées de bandes blanches transversales, la troisième ayant une ou deux petites taches blanches vers la base de son rebord externe ; les quatre rectrices intermédiaires sont d'un brun noirâtre sans taches.

Le menton et tout le devant du cou sont blancs avec quelques petites taches d'un brun noirâtre ; tout le reste des parties inférieures est blanc avec de nombreuses taches d'un brun foncé. Les plumes de la poitrine ont des taches cordiformes, les autres ont plusieurs bandes transversales d'un brun foncé. Les couvertures inférieures des ailes sont d'un blanc pur, et le dessous de l'aile tapiré de blanc ; tarses d'un brun cendré ; le doigt postérieur externe plus long que le doigt antérieur externe ; ongles d'un brun foncé.

La femelle adulte ne diffère du mâle que par l'absence de la bande rouge sur l'occiput.

La jeune femelle diffère de la femelle adulte par les caractères suivants : 1.^o la taille du jeune est un peu moins grande ; 2.^o la bande blanche au-dessus de l'œil et celle au-dessous de la région parotidée sont plus larges chez le jeune ; 3.^o le menton est couvert de nombreuses stries brunes chez le jeune ; 4.^o les plumes blanches des parties inférieures sont, chez le jeune, séparées au milieu par une large bande longitudinale d'un brun foncé ; sur les flancs et sur les cuisses seulement se retrouvent des bandes transversales d'un brun foncé, et sur les couvertures inférieures de la queue quelques taches cordiformes de la même couleur ; 5.^o enfin beaucoup de plumes du dos ont des bandes transversales blanches qui disparaissent avec l'âge.

DIMENSIONS.

	LES ADULTES.	LA JEUNE FÉ- MELLE.
LONGUEUR TOTALE DU BEC A LA QUEUE.....	19 ^c 4 ^m	17 ^c 4 ^m
<i>idem</i> du bec, de la commissure à l'extrémité.	2 1	2 1
<i>idem</i> du bec, depuis le front.....	1 8	> >
<i>idem</i> de l'aile ployée.....	11 2	11 2
<i>idem</i> de la queue.....	6 3	la queue est mutilée.
<i>idem</i> du tarse.....	1 8	1 8
<i>idem</i> du doigt postérieur externe ou le plus long, ongle compris.....	2 >	> >
<i>idem</i> du doigt antérieur externe, ongle compris.....	1 7	> >
<i>idem</i> du doigt antérieur interne, ongle compris.....	1 4	> >
<i>idem</i> du doigt postérieur interne, ou le plus petit doigt, ongle compris.....	1 >	> >

Le mâle adulte dans la collection du Museum britannique.

La femelle adulte dans la collection de M. Wilson, à Philadelphie.

La jeune femelle dans ma collection, à Metz.

MEGAPICOS GRAYII. (Malh).

MEGAPIC DE GRAY.

(Monogr. des Picinées, pl , fig. 1 le mâle; fig. 2 la femelle; fig. 3 le jeune mâle).

J'ai reçu, il y a quelques années, ce beau pic de Venezuela, et de Santa-Fé de Bogota; il se pourrait qu'il habitât d'autres parties de l'Amérique méridionale, mais je ne l'ai jamais trouvé dans les collections provenant soit du Brésil, soit du Chili. Ce pic a été souvent confondu avec le *Megapicos Malherbii* (*Campephilus Malherbii*. G.-R. Gray), dont le mâle a été représenté en 1845 dans la

pl. CVIII du grand ouvrage *The genera of birds*, et dont la femelle a été en 1847 publiée par M. Lesson, sous le nom de *Picus Anaïs* (Descript. d'ois. récemment découverts, page 203). Ces deux espèces proviennent des mêmes localités, mais elles diffèrent par des caractères bien marqués : ainsi le mâle du *Malherbii* a les côtés de la tête rouges, tandis que le *Grayii* mâle a le côté de la tête noir avec une bande blanche. La femelle du *Malherbii* a le front et le vertex noirs ainsi que la huppe ou prolongement des plumes longues partant du vertex, et qui dépassent souvent en longueur la huppe rouge de l'occiput : les côtés de la tête, les joues et tout l'occiput sont rouge-feu ; tandis que la femelle du Megapic de Gray a tout le dessus et les côtés de la tête d'un noir profond. Les femelles des deux espèces ont la bande blanche partant près de la commissure du bec. J'espère qu'à l'aide de ces observations jointes à mes descriptions détaillées, la confusion ne sera plus possible.

L'honorable M. Lichtenstein m'a envoyé de Berlin, en 1848, un dessin colorié de la femelle de ce pic, sous le nom de *Picus mesoleucus*, et M. Joseph Natterer l'a dénommé *Picus frenatus* dans le catalogue manuscrit de la collection impériale de Vienne qu'il a eu l'obligeance de me transmettre. J'ai cru devoir conserver le nom du savant ornithologiste anglais à cette espèce qui, depuis 1842, est ainsi dénommée dans beaucoup de grandes collections publiques.

Mas. ad. — *Vertice et occipite coccineis; fronte, capite ad latera, gulâ, jugulo, pectore, nuchâ, auchenio, caudâ, tectricibus alarum caudæque superioribus nigerrimis; remigibus nigris, intus et ad apicem albo signatis; striâ ab oris rictu, versus colli latera et ad dorsum infimum ducta, candidâ; Inter scapulio, tergoque albo-rufescentibus; abdomine toto rufescenti-albo, transversim nigro-lineato.*

Fœm. ad. — *Mari similis nisi vertice occipiteque nigris.*

Mas. juv. — *Fronte et vertice nigris; cristâ occipitis coccineâ, sed versus apicem et ad basim nigrâ.*

Le mâle adulte — Bec presque droit, fort, large à la base, d'un noir uniforme, la mandibule inférieure arrondie et peu saillante au milieu; sillons latéraux saillants et plutôt rapprochés des rebords que du sommet du bec. Narines basales recouvertes par une touffe de plumes déliées d'un blanc jaunâtre. Le front est couvert par un bandeau d'un noir bleuâtre qui, passant sur la région ophthalmique, descend, entoure le côté de la tête et va se fondre dans le noir de la nuque; tout le vertex et l'occiput ainsi que la huppe de moyenne grandeur sont d'un rouge cinabre. De chaque côté de la mandibule inférieure part une bande blanche qui descend le long des côtés du cou et jusqu'à l'aile; puis elle se dirige vers le dos où les deux bandes se réunissant couvrent tout le dos et le croupion, qui sont d'un blanc lavé de roux avec quelques raies transversales d'un brun noirâtre; tectrices supérieures des ailes et de la queue noires; remiges primaires et secondaires noires, avec des bandes blanches sur le rebord interne, et une tache blanche à la pointe de chaque remige, à l'exception de la première. Les plus grandes remiges sont la cinquième et la sixième qui diffèrent peu, puis la quatrième qui a 3 ou 4 millimètres de moins, la troisième, la septième et la huitième qui sont égales, et enfin la deuxième; la première a environ 6 cent. La queue est longue, d'un noir profond, et composée de 10 pennes à baguettes fortes et raides.

Tout le devant du cou et le haut du thorax d'un noir bleuâtre; épigastre, flancs, ventre et couvertures inférieures de la queue d'un gris-roussâtre, le roux étant plus vif au milieu de l'abdomen, et rayé partout de bandelettes transversales noires; couvertures inférieures des ailes d'un blanc jaunâtre.

Tarses scutellés et noirâtres comme les doigts; ongles forts et d'un brun de corne. Le doigt externe postérieur plus long que l'antérieur externe.

La femelle ad. — Diffère du mâle en ce qu'elle a tout le dessus de la tête noir, et qu'elle n'a aucune trace de rouge, ni de huppe occipitale.

Le jeune mâle. — A le bec plus court, légèrement courbe surtout vers l'extrémité qui est aussi plus aigüe. Le front, le vertex et les côtés de la tête sont noirs et recouverts de plumes longues et déliées; l'occiput et la huppe sont rouges, l'extrémité des plumes étant noire. Le roux des parties inférieures est moins pur.

DIMENSIONS.

	MALE ET FEM.	
	ADULTES.	JEUNE MALE.
LONGUEUR TOTALE.....	57 ^c m	54 ^c m
Longueur du bec depuis la commissure.....	5 2	4 »
idem des narines.....	3 8	2 9
idem de l'aile ployée.....	17 7 et 17 2	17 7
idem de la queue.....	13 »	12 2
idem du tarse.....	2 7	2 7
idem du doigt postérieur externe.	2 8	2 8
idem de l'ongle.....	1 5	1 4
idem du doigt antérieur externe.	2 »	2 »
idem de l'ongle.....	1 6	1 4
idem du doigt antérieur interne..	1 3	1 3
idem de l'ongle.....	1 4	1 3
idem du doigt postérieur interne.	1 1	1 1
idem de l'ongle.....	» 9	» 9

Museum de Vienne.

id. de Berlin.

id. de Paris.

Collection Malherbe, mâle, femelle et jeune.

PICUS PYGMOEUS (Vigors, Proceed. zool. soc. part. I, p. 44. — *Blyth*, journ. asiat. soc. Beng. 1845. vol. XIV, p. 197.) sed non *p. pygmæus*, Waglerii, syst. av. spec. 29.

LE PIC PYGMÉE.

(Malh. monogr. pic. pl. f. I, le vieux mâle; f. 2, le jeune mâle, f. 3, la femelle).

Mas. adult. — *P. capite supra griseo-cano; occipite coccineo circum coronato; regione parotica pallidè rufà; dorso albo nigroque fasciato; strigà utrinque per oculos ad nucham extendente, maculisque pteromatum remigum et rectricum lateralium albis; gulà cinereà; pectore abdomineque rufo-albescentibus, nigro fusco graciliter striatis.*

Mas. jun. — *Differt notà longitudinali gracili utrinque post oculos coccineà; toto occipite nigro.*

Fœm. Adult. — *Occipite nigro, sine notà coccineà post-oculari sineque coronà occipitali coccineà.*

M. Blyth, après M. Vigors, a décrit cette espèce dans le journal de la société asiatique du Bengale, (1845, vol. XIV, p. 197) et je dois avouer que sans la confiance que j'ai dans les lumières du savant directeur du Museum de Calcutta, j'aurais persisté à croire qu'il avait commis une erreur en réunissant son *p. pygmæus* à celui décrit par Vigors. En effet, avant d'avoir vu dans le Museum de la société zoologique de Londres, les originaux mâle et femelle qui ont servi à la description de M. Vigors, j'avais été frappé d'une dissemblance notable dans la description de M. Blyth, comparée à celle de M. Vigors. Ce dernier dit en parlant du *pygmæus* mâle adulte. — « *notà longitudinali gracili utrinque post oculos coccineà*, » ce qui range ce pic dans la section des épeiches dont les mâles ont une tache rouge de chaque côté de l'occiput, tandis que M. Blyth dit que *le mâle a un croissant*

rouge à l'occiput; mais cet auteur ajoute, il est vrai que *les côtés de ce croissant rouge ne sont réunis au milieu que chez les vieux sujets; que les jeunes n'ont qu'une seule mèche rouge de chaque côté de l'occiput, comme le p. moluccensis et diverses autres espèces, qu'enfin il a vu plusieurs exemplaires établissant le passage de la mèche rouge à la bande ou croissant de même couleur.*

Si, comme je dois le supposer, M. Blyth, possède un ou plusieurs exemplaires mâles et demi adultes, de transition, et chez lesquels le rouge existe encore en taches rouges sur les côtés de l'occiput, tout en commençant à se montrer en mèches fines au milieu de l'occiput, il n'est pas douteux que ce déplacement du rouge ne s'opère avec l'âge, ainsi que cela a lieu à l'inverse chez le *p. querulus*, dont le jeune a du rouge sur le sinciput tandis que l'adulte n'a qu'une mèche rouge de chaque côté de l'occiput. Je dois avouer que j'avais quelque doute sur l'identité du *p. pygmæus* de Vigors avec l'espèce de M. Blyth que j'avais nommée *p. semicoronatus*. L'examen comparatif que j'ai été à même de faire des deux sujets types de M. Vigors, avec les deux exemplaires du *pygmæus* de M. Blyth, appartenant à la belle collection de M. Wilson à Philadelphie, m'a offert quelques légères dissimilitudes dans la coloration. Ainsi la première penne de chaque côté de la queue du *pygmæus*, (Blyth) est brune avec des taches blanches de chaque côté; la deuxième penne a des taches blanches sur le côté externe et une tache blanche du côté interne à l'extrémité; la troisième penne n'a qu'un liseré cendré, à peine visible du côté externe, les autres rectrices étant d'un noir uniforme; tandis que chez le *p. pygmæus* (Vigors), la première penne de chaque côté de la queue a des taches blanches transversales des deux côtés, la deuxième et la troisième pennes ont seulement un liseré cendré blanchâtre sur le rebord

externe. Le mâle du *pygmæus* (Vigors) n'a de rouge qu'une petite mèche étroite de chaque côté de l'occiput qui est noir, tandis que le *pygmæus* mâle (Blyth) a, comme je l'ai dit, une demi-couronne rouge minium, qui ceint l'occiput en s'avancant de chaque côté sur un fond noir.

Les dimensions sont les mêmes.

Vieux mâle. — Tout le dessus de la tête d'un gris cendré, entouré par une bande roussâtre qui passe sur le front et revient au-dessus des yeux où elle fait place à une bande noire qui ceint la nuque en s'étendant jusqu'au dos. A l'occiput, un croissant ou demi couronne rouge minium qui a deux centimètres de longueur sur trois millimètres de hauteur, et qui recouvre une partie du noir. Méat auditif roux cendré, placé entre deux bandes blanches, dont celle supérieure commence après l'œil et forme une large plaque blanche triangulaire frangée de cendré roussâtre de chaque côté de la nuque. Toutes les autres parties supérieures, noires avec des taches ou bandes blanches sur le dos, sur les tectrices moyennes, et sur les grandes tectrices ; remiges primaires et remiges secondaires d'un brun noir avec des taches blanches sur les deux rebords, celles sur le rebord interne étant arrondies et beaucoup plus grandes que celles externes. La quatrième rémige primaire est la plus longue ; les plus longues plumes sont ensuite la troisième et la cinquième qui sont presque égales entre elles ; puis la deuxième et la sixième qui ont quatre à cinq millimètres de moins que les précédentes. La première rémige n'a que quinze millimètres de long. Couvertures supérieures de la queue, noires ; queue composée de dix plumes. La première et la seconde plumes de chaque côté de la queue, d'un brun foncé, avec plusieurs taches blanches sur le rebord externe, et avec une tache blanche vers l'extrémité du rebord interne. La troisième plume noire avec un liseré cendré à peine

visible sur le rebord externe. Les autres pennes noires, sans taches. Les deux tectrices intermédiaires fortes, très-raides, et dépassant les autres d'environ cinq millimètres. Menton et gorge d'un blanc cendré, ayant de chaque côté, une bande d'un cendré plus foncé partant du bec. Le reste des parties inférieures d'un brun roux très-clair, chaque plume étant divisée dans sa longueur par une étroite ligne d'un brun noirâtre. Bec légèrement courbe au-dessus; brun au-dessus et vers l'extrémité, blanc jaunâtre en dessous vers la base et sur les côtés. Sillons latéraux éloignés du sommet du bec; tarses et pieds bruns, ongles jaunâtres; doigt postérieur externe plus long que le doigt antérieur externe.

NOTA. — M. Vigors annonce dans la description qu'il a publiée, (Proceedings zool. soc. of London, 1831, page 44), que le milieu du dos est gris cendré comme le dessus de la tête; mais c'est une erreur, ainsi que je l'ai constaté dans le Museum de la société zoologique de Londres. Les plumes de cette partie sont noires vers leur extrémité, avec des taches blanches, leur base seule étant d'un gris cendré, et cette dernière couleur prédomine lorsque les plumes sont en désordre. Je n'ai pas non plus remarqué que les rectrices latérales fussent *souples et flexibles comme chez les Picumnus*.

Je dois ajouter que les sujets qui ont servi à la description de M. Vigors sont en assez mauvais état.

Le jeune mâle, selon M. Blyth, est le mâle décrit comme adulte par Vigors. Au lieu du croissant rouge à l'occiput, il n'a qu'une petite mèche rouge de chaque côté de l'occiput, à environ cinq millimètres de l'œil. Les quatre rectrices intermédiaires sont noires et sans taches. La première rectrice de chaque côté externe est d'un brun clair avec deux taches blanches sur chacun des deux rebords; la deuxième et la

troisième pennes sont d'un brun noirâtre frangé seulement de cendré du côté externe.

La femelle diffère du mâle : 1.^o en ce qu'elle n'a pas de croissant rouge à l'occiput, ni de mèche rouge sur le côté de l'occiput ; 2.^o et parce que les parties supérieures offrent des taches blanches plus nombreuses et plus étendues que chez le mâle.

DIMENSIONS.

Longueur totale du bec à la queue.....	12 ^c à 13 ^c
<i>Idem</i> du bec depuis la commissure jusqu'à l'extrémité	1 9 ^m
<i>Idem</i> du bec depuis le front.	1 4
<i>Idem</i> de l'aile ployée.	8 4
<i>Idem</i> de la queue.	4 1
<i>Idem</i> du tarse	1 3
<i>Idem</i> du doigt postérieur externe ou le plus long, ongle compris	1 6
<i>Idem</i> du doigt antérieur externe, ongle compris	1 4
<i>Idem</i> du doigt antérieur interne, ongle compris.....	1 2
<i>Idem</i> du doigt postérieur interne, ongle compris.	0 7

Le *p. pygmæus* ne se trouve que sur l'Himalaya, ou il est commun, selon ce que m'écrit M. Blyth.

Cette espèce est différente du *picus pygmæus* de Wagler (*systema avium* sp. 29) lequel est le petit pic des Moluques de Buffon, et dont la pl. enl. 748 f. 2 représente une femelle.

Collection de la soc. zool. de Londres.

id. de la soc. asiat. de Calcutta.

id. de M. Wilson à Philadelphie.

id. Malherbe à Metz.

CHLOROPICOIDES (Malh.) RAFFLESII (Vigors.)

Picus Rafflesii (Vigors, zoolog. appendix to the life of sir Stamford Raffles; page 669.)

Tiga Rafflesii (Blyth, journal of asiat. soc. of Bengal, 1846, p. 16. — Strickland proceed. zool. soc. London, XIV, 1846, p. 103.)

Picus amictus (Gray.)

Picus (tiga) labarum { Lesson, le mâle adulte; Descript.
d'oiseaux réc. découv, 1847, p. 199
Le pic oriflamme { n.º 27.

CHLOROPICOIDES RAFFLESII.—LE CHLOROPICOIDE DE RAFFLES.

(Malh. Monogr. Picin. pl.

f. 1, le vieux mâle; f. 2, la femelle;

f. 3, le jeune mâle.

Mas. adult. — *Supra flavescens aurantius, subter ferrugineo-brunneus; fronte, vertice, occipitis crista magna coccineo miniatis; gula pallide ferrugineâ; stria una ab oculo, secunda à rictu extendente maculisque ad latera abdominis albis, striis duabus ad latera genarum, altera parva superciliari, rectricibusque nigris, remigibus primariis nigris, secundariis intus nigris, extus brunneo-olivaceis, omnibus intus albo maculatis.*

Fœm. ad. — *Fronte flavo-ferrugineâ; pileo cum occipitis crista magna nigerrimis.*

Mas. jun. — *Fronte, vertice brunneis; occipite, cristaque parva coccineis. Supra flavescens brunneus, subter brunneus. Gula pallide brunneâ; rostro parvo nigro, albo corneo ad apicem.*

Le mâle adulte de ce pic tridactyle avait seul été décrit sous des noms divers, lorsqu'en 1846, M. Strickland décrivit

sommairement la femelle adulte. Ce n'est qu'en comparant les originaux qui ont servi aux descriptions de MM. Vigors, Gray, Lesson, dans les collections du British Museum, et de la société zoologique de Londres, ainsi que dans celle de M. le docteur Abeillé à Bordeaux, que j'ai pu constater que les *P. Rafflesii*, *P. amictus*, *P. labarum* n'étaient qu'une seule et même espèce, toujours publiée comme nouvelle, même en 1847. Parmi les six exemplaires que je me suis procurés depuis peu, un vieux mâle et une femelle m'ont offert des différences sensibles avec les autres sujets adultes. Enfin j'ai décrit le jeune mâle d'après un exemplaire qui fait partie de la riche collection de M. Wilson, à Philadelphie.

Ce beau pic habite la péninsule Malaise, quelques uns des exemplaires que je possède et celui de M. Abeillé provenaient de Sumatra où l'espèce ne paraît pas très-rare.

Le vieux mâle. — Tout le dessus de la tête, occiput, partie de la nuque, une longue et très-large huppe occipitale d'un beau rouge minium, le rouge du front étant légèrement lavé de roux de rouille. Au-dessus de l'œil, après l'œil et à peu de distance de la commissure du bec partent autant de bandes noires; la première très étroite contourne la tête, et disparaît sous la huppe occipitale; la seconde va se fondre vers la nuque; la troisième qui est la plus longue, descend en s'étendant de chaque côté de la poitrine, au point de ne laisser au devant du cou qu'un espace couleur de rouille pâle d'environ sept millimètres. Entre ces trois bandes noires se trouvent deux bandes blanches qui se réunissent vers les côtés de la nuque et forment une large plaque de cette couleur. Dos vert olive, lavé d'orangé; croupion olive, lavé de rouge orangé; couvertures supérieures de la queue brun foncé; tectrices d'un vert olivâtre foncé; rémiges primaires d'un brun roux très-clair vers leur extrémité et noires dans les autres parties, avec

quelques petites taches roux-clair sur le rebord externe des troisième, quatrième et cinquième rémiges; des taches blanches ovoïdes sur le rebord interne. Rémiges secondaires d'un brun olivâtre du côté externe et noires du côté interne avec des taches blanches ovoïdes. Les plus longues plumes de l'aile sont les cinquième et quatrième qui ne diffèrent presque pas; vient ensuite la sixième, puis la septième et la troisième. Chez quelques sujets adultes des deux sexes, le rebord du haut de l'aile est grivelé de blanc sale; queue d'un noir profond et composée de douze plumes à baguettes raides et dont les deux intermédiaires excèdent les suivantes de douze millimètres; menton et gorge d'un blanc lavé de jaune et de roux de rouille, bordé de rougeâtre à partir de la mandibule inférieure; poitrine d'un brun verdâtre lavé de roux de rouille; tout le reste des parties inférieures du même brun plus terne; sur les flancs, des taches cordiformes d'un blanc sale; queue étagée, composée de douze plumes d'un noir foncé; les deux tectrices externes de chaque côté sont souvent tachées de roussâtre vers leur extrémité. Bec noir, jaunâtre vers le milieu du dessous de la mandibule inférieure, de longueur moyenne, le sommet étant presque droit; ce bec est large à la base et comprimé ensuite sur les côtés; sillons latéraux peu saillants rapprochés du sommet du bec; narines recourvées de plumes raides et renversées; pieds bruns, ongles brun jaunâtre; trois doigts seulement; le doigt antérieur externe plus long que le doigt postérieur unique, et le doigt antérieur interne soudé à celui externe.

Les mâles seulement adultes diffèrent des vieux mâles, en ce qu'ils n'existent pas de rouge orangé, ni d'orangé sur le dos et le croupion qui sont d'un vert plus ou moins foncé. Le menton et la gorge sont d'un blanc jaunâtre plus clair; la base de la mandibule inférieure étant seulement couleur de rouille.

Les parties inférieures sont d'un brun verdâtre foncé, un peu plus clair vers la gorge et sans roux de rouille. On ne voit pas de petites taches roux-clair sur le rebord externe de quelques unes des rémiges primaires.

Le jeune mâle a le bec bien plus court, blanc sale de corne à l'extrémité et noir dans le reste; front et tout le dessus de la tête d'un brun noirâtre; plumes de l'occiput noires, frangées de rouge, petite huppe occipitale rouge; menton et gorge d'un brun jaunâtre très-clair; parties inférieures brun foncé, lavé d'olivâtre sale et avec des taches blanches sur les flancs; dos, tectrices et partie externe des rémiges secondaires d'un brun verdâtre, lavé d'un peu d'olivâtre.

La femelle adulte diffère du male adulte, en ce qu'elle a le front roux de rouille, avec tout le dessus de la tête, toute la nuque et une longue et très large huppe d'un noir profond. Plusieurs sujets adultes ont la poitrine et l'abdomen d'un brun verdâtre foncé très-terne; un autre sujet, quoique ayant le bec plus court et paraissant plus jeune par toutes ses dimensions plus petites, avait la poitrine et l'abdomen d'un brun foncé, lavé de roux de rouille.

Voir ci-contre les dimensions.

DIMENSIONS.	vieux mâle.	mâle adulte.	jeune mâle.	femelle adulte.	femel. semi- adulte
LONGUEUR TOTALE.	27 ^c m	26 ^c m	24 ^{cm}	25 à 26 ^c m	25 ^{cm}
<i>idem</i> du bec depuis la commissure.	3 7	3 6 à 7 ^m	2 7	3 6 à 7 ^m	3 1
<i>idem</i> du bec depuis le front.	3 2	>	2 3	>	>
<i>idem</i> de l'aile ployée.	14 3	14 3	12	14 3	13 5
<i>idem</i> des deux pennes intermé- diaires de la queue.	11	11	8	11	9
<i>idem</i> du tarse.	2	2	1 9	2	1 9
La queue excède l'aile ployée, d'envi- ron.	4 à 5 ^c	>	>	>	>
Le doigt le plus long ou l'antérieur externe.	1 8	1 7	1 5	1 7	>
L'ongle seul.	1 7	1 6	1 3	1 6	>
Le doigt postérieur unique.	1 5	1 5	1 2	1 5	>
L'ongle seul.	1 2	1 2	9	1	>
Le doigt antérieur interne.	1 4	1 4	>	1 4	>
Ongle seul.	1 4	1 4	>	1 4	>

Le mâle et la femelle adultes ; au Museum de Vienne.

idem de Berlin.

idem de Leyde.

idem de Londres.

idem de la société zoologique
de Londres.

idem au Museum de Paris.

Le jeune mâle, collection de M. Wilson, à Philadelphie.

Le vieux mâle, divers sujets adultes ou semi-adultes de
sexe et d'âge différents ; collection Malherbe, à Metz.



CATALOGUE
DES LÉPIDOPTÈRES OU PAPILLONS ,
OBSERVÉS ET RECUEILLIS
AUX ENVIRONS DE METZ ,
PAR M. HOLLANDRE ,

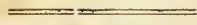
ANCIEN BIBLIOTHÉCAIRE DE LA VILLE ,

Disposés d'après la méthode de Latreille dans l'Histoire
naturelle des *Papillons de France* ,

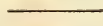
DE J.-B. GODART ET P.-A.-J. DUPONCHEL.



FAMILLE I.^{re} — DIURNES.



TRIBU I.^{re} — PAPILLONIDES. *Papilionides*.



GENRE PAPILLON PROPREMENT DIT. *Papilio* (Fabricius.)

Papillon flambé. *Pap. Podalirius* (Lin.)

Fin de mai et juin; côte Saint-Quentin, etc.

Pap. Machaon. *Pap. Machaon* (Lin.)

Bois, jardins, prairies; mai-septembre.

GENRE COLIADE.

Coliade citron. *Pap. rhamni* (Fab.)

Les jardins, les bois; depuis le premier printemps jusqu'en automne.

Col. soufre. *Pap. hyale* (Lin.)

Les prés, les champs; été et automne.

- Col. souci. *Pap. Edusa* (Fabr.), le mâle.
 Prairies; juillet-septembre.
 La femelle. *Pap. helice* (Hubner.)
 Prairies; juillet-septembre.

GENRE PIÉRIDE.

- Piér. du chou. *Pap. brassicæ* (Lin.)
 Partout, depuis le printemps jusqu'à l'automne.
 Piér. de la rave. *Pap. rapæ* (Lin.)
 Très-commun partout, du printemps à l'automne.
 Piér. du navet. *Pap. napi* (Lin.)
 Les prés, les bois; printemps, automne.
 Piér. de la moutarde. *Pap. sinapis* (Lin.)
 Les bois; printemps et été.
 Piér. aurore. *Pap. cardamines* (Lin.)
 Les jardins et les bois; avril, mai.
 Piér. Daphidice. *Pap. Daphidice* (Lin.)
 Les prés montagneux, les bois; côte Saint-Quentin, etc.
 Piér. gazée. *Pap. crataegi* (Lin.)
 Les prés, les jardins; printemps et été, très-commun.

GENRE ARGYNNE.

- Argynne tabac d'Espagne. *Pap. Paphia* (Lin.)
 Les bois; juin - août.
 Arg. Aglaé. *Pap. Aglaia* (Lin.)
 Juin, juillet; les bois.
 Arg. Adippé. *Pap. Adippe* (Fabr.)
 Dans les bois; juin, juillet.
 Arg. petit-nacré. *Pap. Lathonia* (Lin.)
 Les jardins, les prés, les bois; printemps et automne.
 Arg. Niobé. *Pap. Niobé* (Fabr.)
 Les bois, vallon de Montvaux; juillet.
 Arg. Ino. *Pap. Ino* (Hubner.)
 Les bois; juin et juillet; vallon de Saulny, Féy au Bois-Brulé, rare.
 Arg. petite-violette. *Pap. Dia* (Lin.)
 Les bois; mai et juin, peu communs.

- Arg. collier-argenté. *Pap. Euphrosine* (Lin.)
 Dans tous les bois; mai - juillet.
- Arg. Séléné. *Pap. Selene* (Fabr.)
 Les bois; mai-juillet.
- Arg. Artémis. *Pap. Artemis* (Fabr.)
 Les bois; mai.
- Arg. Cinxia. *Pap. Cinxia* (Lin.)
 Mai; au fond du vallon dit le Rhône, au-dessus de Lorry-lès-Metz; rare.
- Arg. Athalie. *Pap. Athalia* (Esp.)
 Les bois; mai et automne, très-commun.
- Arg. Dictynne. *Pap. Dictynna* (Esp.)
 Les bois; mai et juin, commun.
- Arg. Lucine. *Pap. Lucina* (Lin.)
 Les bois; mai et juin.

GENRE VANESSE (Fabricius.)

- Vanesse. gamma. *Pap. c. album* (Lin.)
 Les jardins et partout, du printemps à l'automne.
- Van. grande-tortue. *Pap. polychloros* (Lin.)
 Très-commune; février - septembre.
- Van. de l'ortie. *Pap. urticæ* (Lin.)
 Très commune partout, du printemps à l'automne.
- Van. Morio. *Pap. antiopa* (Lin.)
 Prés voisins des bois, vallon de Montvaux, etc.; rare.
- Van. paon du jour. *Pap. Io* (Lin.)
 Les jardins, bord des routes; printemps et automne.
- Van. Vulcain. *Pap. Atalanta* (Lin.)
 Du premier printemps jusqu'à l'automne; très-commune.
- Van. belle-dame. *Pap. cardui* (Lin.)
 Très-commune le long des routes, en été.

GENRE NYMPHALE (Latreille.)

- Nymphale grand-sylvain. *Pap. populi* (Lin.)
 Les grands bois, juin; au vallon de Montvaux.
- Nymph. petit-sylvain. *Pap. sibilla* (Lin.)
 Les bois; juin, juillet, commun.

- Nymph. sylvain azuré.** *Pap. Camilla* (Fabr.)
Les bois ; juillet, vallon de Montvaux, rare.
- Nymph. grand Mars.** *Pap. Iris* (Lin.)
Les grands bois ; juin, juillet, au vallon de Montvaux, de Saulny, etc.
- Nymph. petit Mars.** *Pap. Ilia* (Fabr.)
Prairies au bord des bois ; juin, juill., val. de Montvaux, de Saulny, etc.
- GENRE SATYRE** (Latreille.)
- Satyre Silène.** *Pap. Circe* (Fabr.)
Bois éclaircis et montagneux ; août, environs de Bitche.
- Sat. Sylvandre.** *Pap. Hermione* (Lin.)
Bois montagneux ; juillet, août, environs de Bitche.
- Sat. hermite.** *Pap. Briseis* (Lin.)
Côteaux secs et pierreux, de Saint-Quentin, de Gorze, juillet, août.
- Sat. agreste.** *Pap. Semele* (Lin.)
Lieux pierreux des côteaux de St.-Quentin, de Gorze, etc., juillet.
- Sat. Blandina.** *Pap. Blandina* (Fabr.)
Juillet, août ; je l'ai rapporté de Bitche.
- Sat. Méduse.** *Pap. Medusa* (Fabr.)
Bois et prairies ; été, aux étangs, au-dessus de Lorry-lès-Metz ; assez rar.
- Sat. demi-deuil.** *Pap. Galathea* (Lin.)
Commun dans les prés, les bois ; juillet, août.
- Sat. Myrtil.** *Pap. Janira* (Lin.)
Très-commun dans les prés, les bois ; juin, juillet.
- Sat. Mœra.** *Pap. Mœra* (Lin.)
Jardins, prés, bois ; mai, juillet.
- Sat. Mégère.** *Pap. Megæra* (Lin.)
Partout, mai - juillet.
- Sat. Tircis.** *Pap. Ægeria* (Lin.)
Les bois ; mai - juillet, commun.
- Sat. Bacchante.** *Pap. Dejanira* (Lin.)
Les bois ; vallon du Rupt-de-Mad, juin.
- Sat. tristan.** *Pap. hyperanthus* (Lin.)
Les prés, les bois ; très-commun pendant tout l'été.
- Sat. Amaryllis.** *Pap. pilosellæ* (Fabr.)
Dans les bois ; juillet, août.

- Sat. Mœlibée. *Pap. Hero* (Lin.)
 Les bois ; mai-juillet, bois de Woippy, etc
- Sat. Céphale. *Pap. Arcanius* (Lin.)
 Les bois, mai-juillet.
- Sat. Pamphile. *Pap. Pamphilus* (Lin.)
 Très-commun partout ; mai-juillet.

GENRE POLYOMATE.

1.^{re} SECTION, LES PORTE-QUEUES.

- Polyomate du bouleau. *Pap. betulae* (Lin.)
 Les haies, les bois ; juillet, septembre.
- Pol. du prunier. *Pap. pruni* (Lin.)
 Les haies, les bois ; juin.
- Pol. Lyncée. *Pap. Lynceus* (Fabr.)
 Les bois ; juin-juillet.
- Pol. W blanc. *Pap. W album* (Lin.)
 Les haies et buissons ; juillet.
- Pol. du chêne. *Pap. quercus* (Lin.)
 Les bois ; ceux de Woippy, etc., juin, juillet.
- Pol. de la ronce. *Pap. rubi* (Lin.)
 Les bois ; à Woippy, vallon de Montvaux, etc., mai.

2.^e SECTION, LES BRONZÉS.

- Pol. de la verge-d'or. *Pap. virgaureæ* (Lin.)
 Les prés voisins des bois ; au vallon de Saulny, juin, rare.
- Pol. Hippothoé. *Pap. Hippothoe* (Lin.)
 Les prés ; au vallon de Montvaux ; juillet, rare.
- Pol. Phlaéas. *Pap. Phlaeas* (Lin.)
 Commun dans les prés et le long des chemins, au printemps et en aut.

3.^e SECTION, LES AZURINS.

- Pol. Arion. *Pap. Arion* (Lin.)
 Lieux herbeux de nos côteaux ; juillet, assez rare.
- Pol. Euphémus. *Pap. Euphemus* (Hubn.)
 Marais des bois des environs de Bitche ; août.
- Pol. Corydon. *Hesperia Corydon* (Fabr.)
 Les prés, les bois ; juillet, août.

- Pol. Adonis.** *Pap. Adonis* (Hubn.)
Les prés et clairières des bois; mai, juillet, commun.
- Pol. Alexis.** *Pap. Alexis* Hubn.)
Partout, au printemps et en été.
- Pol. Agestis.** *Pap. Agestis* (Hubn.)
Les prés, les bois; au printemps et en été.
- Pol. Argus.** *Pap. Argus* (Lin.)
Les prés, les bois; juillet, août.
- Pol. Ægon.** *Pap. Ægon* (Hubn.)
Coteaux des environs de Metz et de Bitche; juillet, août.
- Pol. Hylas.** *Pap. Hylas* (Fabr.)
Les bois de nos coteaux; revers de la côte de Châtel-St.-Germain, août.
- Pol. Cyllarus.** *Hesperia Cyllarus* (Fabr.)
Les prés, les bois; vallon de Saulny, juin, juillet.
- Pol. Acis.** *Hesperia argiolus* (Fabr.)
Les prés, les bois; vallons de Lessy, de Montvaux, juillet.
- Pol. Argiolus.** *Pap. argiolus* (Lin.)
Prés voisins des bois; vallon de Saulny, juin, juillet.
- Pol. Alsus (Latreille).** *Pap. Alsus* (Hubn.)
Bord des bois; juin, juillet.
- Pol. Amyntas.** *Pap. Amyntas* (Fabr.)
Clairières des bois; au parc de Colombé, juin - août.

TRIBU II. — HESPÉRIDES.

GENRE HESPÉRIE. *Hesperia* (Fabricius.)

- Hespérie échiquier.** *Hesp. paniscus* (Fabr.)
Clairières des bois humides; mai.
- Hesp. bande-noire.** *Hesp. linea* (Fabr.)
Les bois; juillet, août.
- Hesp. sylvain.** *Hesp. sylvanus* (Fabr.)
Clairières des bois; mai, juin.
- Hesp. comma.** *Hesp. comma* (Fabr.)
Clairières des bois; juillet, août.
- Hesp. Actéon.** *Hesp. Actæon* (Esper.)
Je l'ai trouvé dans les petits bois de Féy; juillet, août.

- Hesp. fritillaire.** *Hesp. fritillum* (Fabr.)
Lieux incultes et herbeux de nos côteaux, juin et août.
- Hesp. du chardon.** *Hesp. cardui* (Godart.)
Sur le chardon, mai, juillet.
- Hesp. Sao.** *Hesp. Sao.*
Des bois de Féy; en été.
- Hesp. de la mauve.** *Hesp. malvæ* (Fabr.)
Dans les jardins, je l'ai pris au jardin botanique de Metz; juillet.
- Hesp. grisette.** *Papilio Tages* (Lin.)
Les bois; mai et juillet.

FAMILLE II. — CRÉPUSCULAIRES.

TRIBU I.^{re} — SPHINGIDES.

GENRE SPHINX (Latreille.)

- Sphinx du laurier rose.** *Sphinx nerii* (Lin.).
La chenille vit sur le laurier rose. Il en a été pris un individu dans un jardin à Metz, en 1834. Il a été assez commun en 1835.
- Sp. à tête de mort.** *Sp. Atropos* (Lin.)
Paraît en septembre, octobre; commun en 1847.
- Sp. du troène.** *Sp. ligustri* (Lin.)
Paraît en juin; assez rare.
- Sp. à cornes de bœuf.** *Sp. convolvuli* (Lin.)
Vole le soir autour des fleurs; en mai, juin.
- Sp. de tithymale.** *Sp. euphorbiæ* (Lin.)
Eclot en juin.
- Sp. de la garance.** *Sp. galii* (Hübner.)
Je l'ai pris plusieurs fois, aux environs de Metz.
- Sp. phénix.** *Sp. celerio* (Lin.)
Paraît très-accidentellement dans notre département; un individu a été pris à Tichémont, en juin 1847.
- Sp. de la vigne.** *Sp. Elpenor* (Lin.)
On le voit au mois de juin, autour des fleurs.
- Sp. petit-pourceau.** *Sp. porcellus* (Lin.)
Juin, juillet. Je l'ai pris à Féy, en 1847, assez rare.

- Sp. moro-sphinx.** *Sp. stellatarum* (Lin.)
 Dans tous les jardins, au printemps et en automne.
- Sp. fuciforme ou sph.-bourdon.** *Sp. fuciformis* (Fabr.)
 Prairies voisines des bois, vallon de Montvaux, etc., mai et juillet.
- Sp. bombyliforme.** *Sphinx bombyliformis* (Hubn.)
 Dans les mêmes lieux et aux mêmes époques que le précédent.

GENRE SMÉRINTHE (Latreille.)

- Smérinthe du tilleul.** *Sp. tiliæ* (Lin.)
 Paraît en mai et juin, dans les jardins et avenues de tilleuls.
- Sm. demi-paon.** *Sp. ocellata* (Lin.)
 Eclot en mai et juin; la chenille vit sur les pommiers et sur les saules.
- Sm. du peuplier.** *Sp. populi* (Lin.)
 Mai et juin.
- Sm. de l'épilobe.** *Sp. ænotheræ* (Lin.)
 Fin de mai. La chenille vit sur l'épilobe; j'en ai trouvé plusieurs fois au pied de la côte Saint-Quentin; très-rare.

GENRE SÉSIE. *Sésia* (Fabricius.)

- Sésie apiforme.** *Sesia apiformis* (Fabr.)
 Tronc des saules et peupliers; mai-juillet, rare.
- Sés. asiliforme.** *Ses. asiliformis* (Fabr.)
 Tronc des peupliers, paraît en juin.
- Sés. culiciforme.** *Ses. culiciformis* (Fabr.)
 En été, sur les fleurs; bois de Woippy.
- Sés. vespiforme.** *Ses. vespiformis* (Fabr.)
 En été.
- Sés. formiciforme.** *Ses. formiciformis* (Fabr.)
 En été, dans les jardins.
- Sés. tipuliforme.** *Ses. tipuliformis* (Fabr.)
 Les jardins.
- Sés. sphéciforme.** *Ses. spheciformis* (Fabr.)
 Jardins; recueilli par M. Lasaulce.

GENRE THYRIS (Illiger.)

- Thyris fenestré.** *Tyris fenestra* (Ochsenh.)
 Prés voisins des bois; juin, vallon des Genivaux.

GENRE ZYGÈNE. *Zygena* (Fabricius.)Zygène de la filipendule. *Zyg. filipendulæ* (Fabr.)

Commune dans les prés; juin - août.

Zyg. de l'hippocrepis. *Zyg. hippocrepidis* (Ochsenb.)

En été; vallons de Saulny et de Châtel-Saint-Germain.

Zyg. du sainfoin. *Zyg. onobrychis* (Fabr.)

Fin de juin; vallon de Saulny, côte de Châtel-Saint-Germain.

Zyg. du chèvrefeuille. *Zyg. loniceræ* (Fabr.)

Juin, juillet; les prés voisins des bois; à Jouy, à Féy, etc.

Zyg. de la piloselle. *Zyg. pilosellæ*.

En été. Je l'ai rapporté des côtes de la Woëvre.

GENRE PROCRIS (Fabricius.)

Procris de la statice. *Sphinx statices* (Lin.)Côteaux herbeux, au vallon de Saulny, de Châtel-Saint-Germain, etc.
juin, juillet.Pr. de la globulaire. *Sph. globulariæ* (Hüb.)

Dans les mêmes lieux que le précédent.

FAMILLE III. — NOCTURNES.

TRIBU I.^{re} — BOMBYCITES.GENRE HÉPIALE. *Hepialus* (Fabricius.)Hépiale du houblon. *Hepialus humuli* (Fabr.)

Dans les houblonnières; juin, juillet. La chenille ronge les racines du houblon.

Hép. hecta. *Hep. hectus* (Fabr.)

Lieux ombragés; juillet. Près le ruisseau de la Chenau.

Hép. loutette. *Hep. obliquus* (Fabr.)

Lieux ombragés, juin.

GENRE COSSUS. (Latreille.)

Cossus gâte-bois. *Cossus ligniperda* (Fabr.)

Juillet. La chenille ronge l'intérieur des troncs d'arbres, l'orme, le chêne; etc.

Coss. sylvine. *Noctua sylvina* (Lin.)

Les jardins et les bois; je l'ai pris plusieurs fois, près le r. de la Chen.

GENRE ZEUZÈRE.

Zeuzère du marronnier. *Cossus æsculi* (Fabr.)

Allées de marronnier d'Inde, massifs d'arbres des fortifications de Metz

GENRE BOMBIX.

Bombix petit-paon. *Bombix pavonia minor* (Fab.)

Avril. La chenille n'est pas rare dans les oseraies et sur les haies.

Bomb. Tau. *Bomb. Tau* (Fabr.)

Forêts en futaie, avril; hauteurs de Saulny, de Montvaux, etc.

Bomb. feuille de chêne ou *Bomb. quercifolia* (Lin.)
feuille morte.

Les jardins, sur les pêchers, etc.; éclot en juin.

Bomb. buveur. *Bomb. potatoria* (Lin.)

Près des ruisseaux; juillet, août.

Bomb. du chêne. *Bomb. quercus* (Lin.)

La chenille se trouve sur les haies; éclot en juillet.

Bomb. du trèfle. *Bomb. trifolii* (Fabr.)

La chenille se trouve sur le trèfle, le genêt; en août.

B. de la ronce ou la polyphage. *Bomb. rubi* (Lin.)

Éclot au printemps.

Bomb. laineux. *Bomb. lanestris* (Lin.)

Les haies, les vergers; juin.

Bomb. Èvérie. *Bomb. Everia* (Fabr.)

Les bois; en automne.

Bomb. du peuplier. *Bomb. populi* (Lin.)

Les haies, les vergers; été.

Bomb. de l'aubépine. *Bomb. crataegi* (Lin.)

Les haies; août.

Bomb. processionnaire. *Bomb. processionea* (Lin.)

Les bois, sur les chênes; éclot en août.

Bomb. neustrien ou la livrée. *Bomb. neustria* (Lin.)

Très-commune dans les jardins, les vergers; éclot en juillet.

Bomb. livrée des prés. *Bomb. castrensis* (Lin.)

Les bois; juillet, août.

Bomb. versicolore. *Bomb. versicolora* (Lin.)

Avril, très-rare; je l'ai pris dans un jardin de la rue Marchant, à Metz.

- Bomb. vinula.** *Bomb. vinula* (Lin.)
La chenille vit sur le saule, le peuplier; éclot au printemps.
- Bomb. furcula.** *Bomb. furcula* (Lin.)
Paraît en avril, mai.
- Bomb. tritophus.** *Bomb. tritophus* (Fabr.)
En été; peuplier, saule.
- Bomb. ziczac.** *Bomb. ziczac* (Lin.)
Peupliers, saules, etc; en été.
- Bomb. dromadaire.** *Bomb. dromedarius* (Lin.)
Aulne, coudrier; en été.
- Bomb. chameau.** *Bomb. camelina* (Lin.)
Sur les arbres; juillet.
- Bomb. Dictæa.** *Bomb. Dictæa* (Lin.)
Peupliers, saules, etc; juillet, août.
- Bomb. dictæoïde.** *Bomb. gnoma* (Fabr.)
Environs de Metz; en été.
- Bomb. museau.** *Bomb. palpina* (Lin.)
Saules, peupliers; en été.
- Bomb. plumet.** *Bomb. plumigera* (Fabr.)
Automne; rare.
- Bomb. timide.** *Bomb. trepida* (Fabr.)
Mai, juin; rare.
- Bomb. anachorète.** *Bomb. anachoreta* (Fabr.)
En été; saules et peupliers.
- Bomb. courtaud.** *Bomb. curtula* (Lin.)
En été, saules et peupliers.
- Bomb. Bucephale.** *Bomb. bucephala* (Lin.)
Dans les bois; juin.
- Bomb. pudibond.** *Bomb. pudibunda* (Lin.)
Sur les arbres, les jardins, etc; mai, juin.
- Bomb. petites brosses.** *Bomb. fascelina* (Fabr.)
Dans les genets; mai.
- Bomb. antique.** *Bomb. antiqua* (Lin.)
Les vergers, les jardins; en été.
- Bomb. disparate.** *Bomb. dispar* (Lin.)
Chenille très-commune sur les arbres fruitiers; éclot en août.

- Bomb. moine.** *Bomb. monacha* (Lin.)
Les bois et principal.^t sur les pins ; je l'ai reçu des environs d'Étain.
- Bomb. du saule.** *Bomb. salicis* (Lin.)
Chenille très-commune sur les peupliers ; éclot en juin.
- Bomb. cul-brun.** *Bomb. chrysorrhea* (Lin.)
Mange les arbres fruitiers ; juin , juillet.
- Bomb. cul-doré.** *Bomb. auriflua* (Lin.)
Les haies , les bois ; juillet.
- Bomb. tortue.** *Bomb. testudo* (Godart.)
Dans les bois ; en automne.
- Bomb. du gramen.** *Bomb. graminella* (Godart.)
Sur les vieux murs ; au Sablon , etc.

TRIBU II. — NOCTUO-BOMBYCITES.

GENRE ÉCAILLE. *Chelonia* (Godart.) *Bombix* (Lin.)

- Ecaille Caja.** *Chelonia Caja* (God.)
Commune dans les jardins ; juin , août.
- Ec. Hébé.** *Ch. Hebe* (God.)
Je l'ai observée une fois dans les environs de Metz.
- Ec. aulique.** *Ch. aulica* (God.)
Les bois montagneux , etc ; vallons de Saulny et de Montvaux.
- Ec. du plantain.** *Ch. plantaginis* (God.)
Les prés voisins des bois ; vallon de Saulny , etc.
- Ec. matrone.** *Ch. matronula* (God.)
Les bois en été ; très-rare dans les environs de Metz.
- Ec. fermière.** *Ch. villica* (God.)
Les parcs , les bois ; juin , à Colombé , etc.
- Ec. roussette.** *Ch. russula* (God.)
Les prés , les bois ; juin , juillet , assez commune.
- Ec. fuligineuse.** *Ch. fuliginosa* (God.)
Les jardins , les prés , etc ; mai , juin.
- Ec. mendiante.** *Ch. mendica* (God.)
Juillet.
- Ec. lubricipède.** *Ch. lubricipeda* (God.)
Les jardins , etc. ; en été.

Ec. de la menthe. *Ch. menthastri* (God.)

Les jardins, etc. ; en été.

GENRE CALLIMORPHE. *Callimorpha*. (Latreille).

Callimorphe Héra. *Call. Hera* (Latr.)

Le long des bois, aux vallons de Montvaux ; en été.

Call. Dominula. *Call. Dominula* (Latr.)

Les prés voisins des bois, au vallon de Saulny ; juin, rare.

Call. servante. *Call. ancilla* (God.)

Les buissons et les bois montagneux.

Call. du séneçon. *Call. senecionis* (Latr.)

Commune dans les prés, les bois ; juillet.

Call. rosette. *Call. rosea* (Latr.)

Les bois ; juin, à Féy, au vallon de Saulny, etc.

Call. gris-souris. *Call. murina* (God.)

Juillet.

Call. jaune-d'or. *Call. aurita* (God.)

Coteaux de Metz, à Vigneulles, à Bitche ; juin.

Call. arrosée. *Call. irrorata* (God.)

Juillet, août ; rapportée de Bitche, 1821.

TRIBU III. — TINEITES.

GENRE LITHOSIE. *Bombix* (Linné.)

Lithosie quadrille. *Lithosia quadra* (Ochsenh.)

Dans les bois ; juillet.

Lith. aplatie. *Lith. complana* (Ochs.)

Les bois ; juillet.

Lith. mésomella. *Lith. mcsomella* (God.)

Les bois ; juin, juillet.

Lith. grammica. *Lith. grammica* (God.)

Lieux arides et herbeux, les bois ; juillet.

Lith. collier-rouge. *Lith. rubricollis* (Ochsenh.)

Les parcs, les bois ; juin, juillet, parc de Colombé.

Lith. crible. *Lith. cribrum* (God.)

Les bois ; juin, juillet, vallon de Saulny.

Lith. tamis. *Lith. cribella* (God.)

Je l'ai trouvée près de Féy; juillet, 1837.

GENRE YPONOMEUTE. *Yponomeuta* (Latreille.)

Yponomeute du cerisier. *Ypon. padella* (God.)

Chenille commune sur le prunier *padus*; éclot en juillet.

Yp. du fusain. *Ypon. evonymella* (Latr.)

Très-commune sur le fusain; été.

TRIBU IV. NOCTUELITES.

GENRE NOCTUELLE. *Noctua*.

Noctuelle du frêne. *Noctua fraxini* (Lin.)

Les bois; août. Trouvée au vallon de Montvaux, rare.

Noct. mariée. *Noct. nupta* (Lin.)

Tronc des saules, des peupliers; en été.

Noct. fiancée. *Noct. sponsa* (Lin.)

Dans les bois; juillet, vallon de Montvaux.

Noct. Parthénias. *Noct. Parthenias* (Lin.)

Les bois élevés; au print., com.^e dans les bois de Lorry, de Châtel, etc.

Noct. glyphique. *Noct. glyphica* (Lin.)

Commune dans les prés; été.

Noct. mi. *Noct. mi* (Lin.)

Les prairies; en été.

Noct. maure. *Noct. maura* (Lin.)

Juillet, août; se trouve souvent sous les voûtes des ponts, et près des moulins.

Noct. pyramidale. *Noct. pyramidea* (Lin.)

Les bois; juin.

Noct. du salsifis. *Noct. tragopogonis* (Lin.)

Les jardins; été.

Noct. pronuba. *Noct. pronuba* (Lin.)

N'est pas rare dans les jardins; juin.

Noct. Orbone. *Noct Orbona* (Fabr.)

Les prés; juillet, août.

Noct. frange. *Noct. fimbria* (Lin.)

Les bois; juin, octobre, rare.

Noct. des champs. Juillet.	<i>Noct. ruris</i> (God.)
Noct. sigma. Les prés.	<i>Noct. sigma</i> (Esper.)
Noct. exclamation. Les champs, les prés; en été et automne, commune.	<i>Noct. exclamationis</i> (Lin.)
Noct. moissonneuse. Les champs; juillet.	<i>Noct. segetis</i> (Fabr.)
Noct. baignée. Les jardins, les bois; automne.	<i>Noct. suffusa</i> (Fabr.)
Noct. du serpolet. Environs de Metz.	<i>Noct. serpylli</i> (Hubn.)
Noct. lavée. Environs de Metz.	<i>Noct. lota</i> (Hubn.)
Noct. de la lychnide. Environs de Metz.	<i>Noct. lychnidis</i> (Fabr.)
Noct. du genet. Dans les genêts; mai, juin.	<i>Noct. genistæ</i> (Hubn.)
Noct. contiguë. Les prés; mai, juin.	<i>Noct. contigua</i> (Hubn.)
Noct. satellite. Environs de Metz.	<i>Noct. satellitia</i> (Lin.)
Noct. soumise. Environs de Metz.	<i>Noct. subtusa</i> (Fabr.)
Noct. inconstante. Environs de Metz.	<i>Noct. instabilis</i> (Fabr.)
Noct. upsilon. Les bois.	<i>Noct. ypsilon</i> (Hubn.)
Noct. octogène. Sur les peupliers; mai.	<i>Noct. octogena</i> (Esper.)
Noct. or. Sur les peupliers; avril, mai.	<i>Noct. or</i> (Fabr.)
Noct. oo. Les bois; août, (trouvée par M. Lasaulce).	<i>Noct. oo</i> (Lin.)
Noct. du coudrier. Les haies, les bois; avril et juillet.	<i>Noct. coryli</i> (Hubn.)

- Noct. double-oméga.** *Bombix cæruleocephala* (Lin)
Les haies , les vergers ; septembre , commune.
- Noct. Orion.** *Noctua Orion* (Esp.)
Les bois.
- Noct. du lichen.** *Noct. lichenes* (Fabr.)
Sur les vieux murs ; septembre.
- Noct. perle.** *Noct. perla* (Fabr.)
Sur les vieux murs ; septembre.
- Noct. Psi.** *Noct. psi* (Lin.)
N'est pas rare aux environs de Metz.
- Noct. trident.** *Noct. tridens* (Fabr.)
Dans les haies ; mai , juin.
- Noct. lièvre.** *Noct. leporina* (Lin.)
Environs de Metz.
- Noct. de la patience.** *Noct. rumicis* (Lin.)
N'est pas rare aux environs de Metz.
- Noct. mégacéphale.** *Noct. megacephala* (Fabr.)
Environs de Metz.
- Noct. de l'érable.** *Noct. aceris* (Lin.)
Sur l'orme , le marronnier.
- Noct. typique.** *Noct. typica* (Lin.)
Environs de Metz ; été.
- Noct. leucophée.** *Noct. leucophæa* (Hubn.)
Environs de Metz.
- Noct. capsulaire.** *Noct. capsicola* (Hubn.)
La chenille vit dans les capsules de la lychnide dioïque ; août.
- Noct. méticuleuse.** *Noct. meticulosa* (Lin.)
Les jardins , les champs ; été.
- Noct. de l'aubépine.** *Noct. oxyacanthæ* (Lin)
Les haies ; août , septembre.
- Noct. arrangée.** *Noct. compta* (Fabr.)
Le long des chemins , les jardins.
- Noct. runique.** *Noct. runica* (Fabr.)
Les vignes , les bois ; en automne.
- Noct. plébéienne.** *Noct. plebeia* (Hubn.)
Chenille du bouillon blanc ; juin.

- Noct. Dysodée.** *Noct. Dysodea* (Hubn.)
Vole le soir en été, dans les jardins.
- Noct. séreine.** *Noct. serena* (Fabr.)
On la voit sur les fleurs en été, dans les jardins.
- Noct. chi.** *Noct. chi* (Lin.)
Les prés, les bois; août.
- Noct. ceinture jaune.** *Noct. flavicineta* (Fabr.)
Les jardins; fin de juin.
- Noct. de l'arroche.** *Noct. atriplicis* (Fabr.)
Environs de Metz.
- Noct. strigille.** *Noct. strigilis* (Lin.)
Environs de Metz.
- Noct. potagère.** *Noct. oleracea* (Lin.)
Très-commune dans les jardins potagers.
- Noct. didyme.** *Noct. didyma* (Esp.)
N'est pas rare.
- Noct. couleur de suie.** *Noct. suasa* (Lin.)
Les jardins; rare.
- Noct. éloignée.** *Noct. aliena* (Lin.)
Elle a été prise dans les environs de Metz.
- Noct. de la persicaire.** *Noct. persicariæ* (Lin.)
Les jardins, etc; rare aux environs de Metz.
- Noct. du chou.** *Noct. brassicæ* (Lin.)
La chenille fait des ravages dans les jardins potagers; éclot en mai, juin.
- Noct. Batis.** *Noct. Batis* (Lin.)
Rare; je l'ai trouvée plusieurs fois dans l'intérieur de la ville de Metz.
- Noct. conigère.** *Noct. conigera* (Fabr.)
N'est pas très-rare; en été, dans les jardins, les prés.
- Noct. lithargyrée.** *Noct. lithargyria* (Hubn.)
Environs de Metz.
- Noct. trapèze.** *Noct. trapezina* (Lin.)
Assez commune.
- Noct. nacarat.** *Noct. diffinis* (Lin.)
Environs de Metz; juin.
- Noct. putris.** *Noct. putris* (Lin.)
Environs de Metz.

- Noct. polyodon.* *Noct. polyodon* (Lin.)
Sur les troncs d'arbres.
- Noct. lithoxylée.* *Noct. lithoxylea* (Hubn.)
Dans les bois.
- Noct. rhizolithe.* *Noct. rhizolitha* (Hubn.)
Dans les bois.
- Noct. héliaque.* *Noct. heliaca* (Hubn.)
Dans les prés; mai, juin.
- Noct. en deuil.* *Noct. luctuosa* (Hubn.)
Assez commune.
- Noct. argentule.* *Noct. argentula* (Borkhaus.)
Les bois; dans ceux de Woippy; juin, juillet.
- Noct. sulfurée.* *Noct. sulfurea* (Hubn.)
Les champs et paturages montagneux; été.
- Noct. triplasie.* *Noct. triplasia* (Fabr.)
Lieux incultes, sur l'ortie; mai, juin.
- Noct. de l'asclépiade.* *Noct. asclepiadis.* (Fabr.)
Bois montagneux; juin.
- GENRE CUCULLIE.** *Cucullia* (Ochsenh.) *Noctua* (Lin.)
- Cucullie du bouillon blanc.* *Cuc. verbasci.* (Ochs.)
Juin.
- Cuc. de l'aster.* *Cuc. asteris* (Ochs.)
Mai, juin.
- Cuc. lucifuge.* *Cuc. lucifuga* (Ochs.)
Juin.
- GENRE XANTHIE.** *Xanthia*. (Ochsenh.) *Noctua* (Lin.)
- Xanthie safranée.* *Xant. croceago* (Ochs.)
Les bois; mai, juin.
- Xant. cirée.* *Xant. cerago* (Ochs.)
Les saules; août.
- Xant. cendrée.* *Xant. gilvago* (Ochs.)
Peuplier d'Italie, automne.
- GENRE PLUSIE.** *Plusia*. (Ochsenh.) *Noctua* (Lin.)
- Plusie chryside.* *Pl. chrysitis* (Ochs.)
Les prés, les jardins; juin - septembre.

Pl. iota. *Pl. iota* (Ochs.)

Des environs de Metz.

Pl. gamma. *Pl. gamma* (Ochs.)

Très-commune dans les prés, etc.

GENRE PLATYPTERIX. *Platypterox* (Latreille.) *Noctua* (Lin.)

Platyptérix faucille. *Pl. falcula* (Ochs.)

Les bois; au printemps, rare.

Plat. lézard *Pl. lacertula* (Ochs.)

Je l'ai trouvée dans les bois, rare.

TRIBU V. — PHALÉNITES. Arpenteuses; *Geometræ* (Lin.)

GENRE RUMIE. *Rumia* (Duponchel.)

Rumie de l'alisier. *Rum. crataegata* (Dup.)

Bois humides, de Woippy, etc., juillet.

GENRE MÉTROCAMPE. *Metrocampa* (Latreille.)

Métrocampe gris-de-perle. *Metr. margaritaria* (Dup.)

Les bois; mai, juillet.

Mét. honorée. *Metr. honoraria* (Dup.)

Les bois; en été.

GENRE ENNOMOS. *Ennomos* (Treitschke.)

Ennomos anguleuse. *Enn. angularia* (Duponch.)

Les bois; juillet.

Enn. dentelée. *Enn. dentaria* (Dup.)

Les bois.

GENRE HIMÈRE. *Himera* (Duponchel.)

Himère plume. *Him. pennaria* (Duponch.)

Les bois.

GENRE CROCALLE. *Crocallis*. (Treitschke.)

Crocalle aglosse. *Cr. elingvaria* (Treits.)

Les bois.

GENRE ANGERONE. *Angerona* (Duponchel).

Angerone du prunier. *Ang. prunaria* (Dup.)

Les vergers, les bois; juillet.

GENRE EURYMÈNE. *Eurymene* (Duponch.)

Eurymène doloire. *Eurym. dolabraria* (Dup.)

Les bois; mai, juin; rare.

GENRE PHILOBIE. *Philobia* (Duponchel).

Philobie marquée. *Ph. notataria* (Dup.)

Les bois.

GENRE EPIONE. *Epione* (Duponchel).

Epione aiguë. *Ep. apiciaria* (Dup.)

Prés et bois; à Féy 1837.

Ep. parallèle. *Ep. parallelaria* (Dup.)

Les haies, les bois; juillet, rare.

GENRE TIMANDRE. *Timandra* (Duponchel).

Timandre aimée. *Tim. amataria* (Dup.)

Les bois; été.

GENRE HÉMITHÉE. *Hemithea* (Duponchel).

Hémithée du buplèvre. *Hem. buplevraria* (Dup.)

Les bois.

Hém. d'été. *Hem. æstivaria* (Dup.)

Les bois; été.

Hém. du genêt. *Hem. genistaria* (Dup.)

Été.

GENRE GÉOMÈTRE. *Geometra* (Treitschke.)

Géomètre papillonnaire. *Geom. papilionaria* (Dup.)

Les bois.

GENRE AMPHIDASE. *Amphidasis* (Treitsch).

Amphidase du bouleau. *Amp. betularia* (Treits.)

Les bois.

Amp. précocé. *Amp. prodromaria* (Treits.)

Les bois.

Amp. hérissée. *Amp. hirtaria* (Treits.)

Des remparts de Metz.

GENRE NYSSIE. *Nyssia* (Duponchel).

Nyssie zône. *Nyss. zonaria* (Dup.)

Les prés; au Saulcy. M. Lasaulce.

GENRE HIBERNIE. *Hibernia* (Latreille.)

Hibernie défeuillée. *Hib. defoliaria* (Dup.)

La chenille fait de grands ravages en certaines années sur les arbres fruitiers. Éclot en été.

Hib. du marronnier d'Inde. *Hib. æscularia* (Dup.)

Les haies, les avenues de marronniers.

GENRE BOARMIE. *Boarmia* (Treitsch.)

Boarmie du chêne. *Boarm. roboraria* (Treits.)

Les bois; vallon de Montvaux.

Boarm. crépusculaire. *Boarm. crepuscularia* (Tr.)

En été; assez commune.

GENRE HALIE. *Halia* (Duponchel).

Halie double V. *Hal. wavaria* (Dup.)

Dans les haies; commune.

GENRE FIDONIE. *Fidonia* (Treitsch.)

Fidonie picotée. *Fid. atomaria* (Dup.)

Les bois; commune.

Fid. aurore. *Fid. auroraria* (Dup.)

Les prés voisins des bois.

GENRE CABÈRE. *Cabera* (Treitsch.)

Cabère strigillée. *Cab. strigillaria* (Treits.)

Les bois humides.

Cab. virginale. *Cab. pusaria* (Treits.)

Les bois humides.

GENRE ÉPHYRE. *Ephyra* (Duponch.)

Éphyre ponctuée. *Eph. punctaria* (Dup.)

Les bois; commune.

Ép. omicron. *Eph. omicronaria* (Dup.)

Les bois.

GENRE DOSITHÉE. *Dosithea* (Duponch.)

Dosithée ornée. *Dos. ornataria* (Dup.)

Les bois; commune.

Dos. écussonnée. *Dos. scutalaria* (Dup.)

Les prés voisins des bois.

GENRE ACIDALIE. *Acidalia* (Treitsch.)

Acidalie jaune. *Acid. flaveolaria* (Treits.)

Les bois.

Ac. sylvestre. *Acid. sylvestraria* (Treit.)

Clairières des bois.

Ac. double ceinture. *Acid. aureolaria* (Dup.)

Les bois.

GENRE PHASIANE. *Phasiana* (Duponch.)

Phasiane plombée. *Phas. plumbaria* (Dup.)

Bois découverts.

GENRE EUBOLIE. *Eubolia* (Duponchel.)

Eubolie fortifiée. *Eub. mœniaria* (Dup.)

Bois montagneux.

Eb. mesurée. *Eub. mensuaria* (Dup.)

Les prés, les jardins; commune.

GENRE URAPTÉRIX. *Ourapterix* (Léach.)

Uraptérix du sureau. *Ourapt. sambucata* (Dup.)

Dans les haies; juillet.

GENRE VÉNILIE. *Venilia* (Duponchel.)

Vénilie tachetée. *Ven. maculata* (Dup.)

Dans tous les bois; mai, commune.

GENRE ZERÈNE. *Zerene* (Treitsch.)

Zerène du groseiller. *Zer. grossulariata* (Treits.)

Dans les haies; juillet, août. Commune.

GENRE CORYCIE. *Corycia* (Duponchel.)

Corycie satinée. *Cor. temerata* (Dup.)

Les bois; juin, juillet.

GENRE MÉLANTHIE. *Melanthia* (Duponchel.)

Mélanthie de la ronce. *Mel. albicillata* (Dup.)

Bois humides; mai, juin.

Mél. pie. *Mel. procellata* (Dup.)

Bois humides.

Mél. ondée. *Mel. fluctuata* (Dup.)

Les haies, les jardins; été, très-commune.

Mél. montagnarde. *Mel. montanaria* (Dup.)

Les bois; juin et août.

GENRE MÉLANIPPE. *Melanippe* (Duponchel.)

Mélanippe marginée. *Mel. marginata* (Dup.)

Dans les bois; mai, juin. Commune.

GENRE CIDARIE. *Cidaria* (Treitsch.)

Cidarie du prunier. *Cid. prunata* (Treits.)

Les haies, les jardins; mai-juillet, commune.

Cid. fauve. *Cid. fulvata* (Treits.)

Les haies; juillet.

GENRE ANAITE *Anaitis* (Duponchel.)

Anaite triple-raie. *An. plagiata* (Dup.)

Les bois montagneux; juin-août.

GENRE LARENTIE. *Larentia* (Treitsch.)

Larentie double-ligne. *Lar. bilineata* (Dup.)

Les bosquets, les jardins; juin, très-commune.

Lar. geai. *Lar. coraciata* (Dup.)

Les jardins; automne.

Lar. douteuse.

Lar. dubitata (Dup.)

Les haies, les jardins; été.

Lar. de la centaurée.

Lar. centaureata (Treits.)

Les parcs, les jardins; été.

GENRE AMATHIE. *Amathia* (Duponchel).

Amathie lobée.

Amath. lobulata (Dup.)

Les bois; été.

GENRE STRÉNIE. *Strenia* (Duponchel).

Strénie à barreaux.

Str. clathrata (Dup.)

Prés secs, champs de Luzerne; mai, juillet.

GENRE TANAGRE. *Tanagra* (Duponchel).

Tanagre du cerfeuil.

Tan. chærophyllata (Dup.)

Les prés élevés; été.

GENRE SIONE. *Sione* (Duponchel.)

Sione blanche.

Sione dealbata (Dup.)

Les prés, glacis de la ville; fin de mai, juin.

GENRE MINOA. *Minoa* (Treitschke.)

Minoa de l'Euphorbe.

Min. euphorbiata (Treits.)

Clairières des bois; juillet.



NOTE

SUR UNE

OROBANCHE DE LA PRIMEVÈRE DE CHINE,

PAR M. HOLLANDRE,

18 NOVEMBRE 1847.

On voit les diverses espèces d'orobanches de nos contrées croître parasites sur les racines de plantes spontanées, ou bien sur quelques plantes économiques, telles que le chanvre, la luzerne; mais il n'était pas venu à ma connaissance que des plantes du genre *orobanche* aient été trouvées dans nos serres sur des végétaux exotiques. Celle que j'ai l'honneur de vous communiquer vivante, croît sur les racines de la primevère de Chine. Elle vient en touffes de 3 à 4 tiges simples qui sortent de la même souche; ces tiges sont jaunâtres, grêles, hautes de 8 à 15 centimètres, abondamment garnies de poils glanduleux et visqueux, ainsi que les autres parties extérieures de la plante. Par les trois bractées dont chaque fleur est accompagnée, elle appartient à la section deuxième du genre *orobanche* (*trionichon* (Wallroth.) ainsi que l'orobanche du chanvre, *orobanche ramosa* dont elle a entièrement l'aspect et les caractères; ses fleurs sont petites, bleuâtres, au nombre de 10 à 25 sur chaque tige, disposées en épi lâche et portées sur des pédicelles longs à peine d'un millimètre; bractée médiane assez large, lancéolée-aiguë, se

desséchant à l'extrémité, insérée à la base du pédicelle; les deux bractées latérales plus courtes et très-étroites, de la longueur du calice et insérées à sa base. Calice monosépale, un peu transparent, divisé en 4 lanières lancéolées, terminées en une pointe aiguë. Corolle petite, longue d'environ 12 millimètres, d'un bleu-violet clair, resserrée vers le milieu et un peu courbée par en dehors; les filets jaunâtres, anthères glabres; style courbé, le stigmate blanc, arrondi, mais très-légèrement échancré; capsule ovale, obtuse, un peu comprimée, obtuse, s'ouvrant au sommet en deux valves jusque vers le milieu de sa longueur.

Cette orobanche est en fleurs dans ma serre depuis le milieu du mois d'octobre et pourra durer encore une partie de l'hiver. Elle a déjà été remarquée l'an dernier sur un pied de *primevère de Chine* par M. Thomas, jardinier de M. Durand-d'Aulnoux.

Maintenant pourrait-on considérer cette orobanche comme une espèce distincte à cause de la plante-mère, ou bien seulement comme une variation de l'*orobanche ramosa* qui est si commune dans les cultures de chanvre? Je penche pour cette dernière opinion, parce qu'il est connu que l'*orobanche ramosa* a déjà été trouvée sur plusieurs espèces de plantes.

SUR UNE SINGULIÈRE NOURRITURE

DE

L'HÉLICE DES JARDINS.

(*HÉLIX HORTENSIS*),

9 MARS 1848,

PAR M. HOLLANDRE.



Depuis plusieurs années j'observais sur les vitraux de ma serre, qui au printemps avaient été enduits de blanc à l'extérieur, pour préserver les plantes de l'ardeur du soleil, j'y voyais, dis-je, des sortes de dessins très-remarquables, que j'attribuais au travail de quelque insecte, qui aurait enlevé avec ses mâchoires, soit pour s'en nourrir ou pour un autre emploi, des portions de cet enduit composé de blanc ordinaire, *carbonate de chaux*, de lait et de colle de farine. Je cherchai pendant longtemps, mais en vain, à découvrir l'insecte qui opérait en si peu de temps ces singuliers dessins, et mon jardinier s'est même levé plusieurs fois la nuit pour tâcher de le surprendre. Ce n'est qu'aujourd'hui seulement que j'ai découvert la cause et l'auteur de ce travail, en appercevant un petit escargot (*l'hélix hortensis*) appliqué sans mouvement au verre le long de ces espèces de broderies. Mais pour m'assurer qu'elles avaient été faites par l'hélice, il fallait le voir agir. Je pris donc d'autres hélices pour les appliquer contre les vitraux, après avoir légèrement humecté

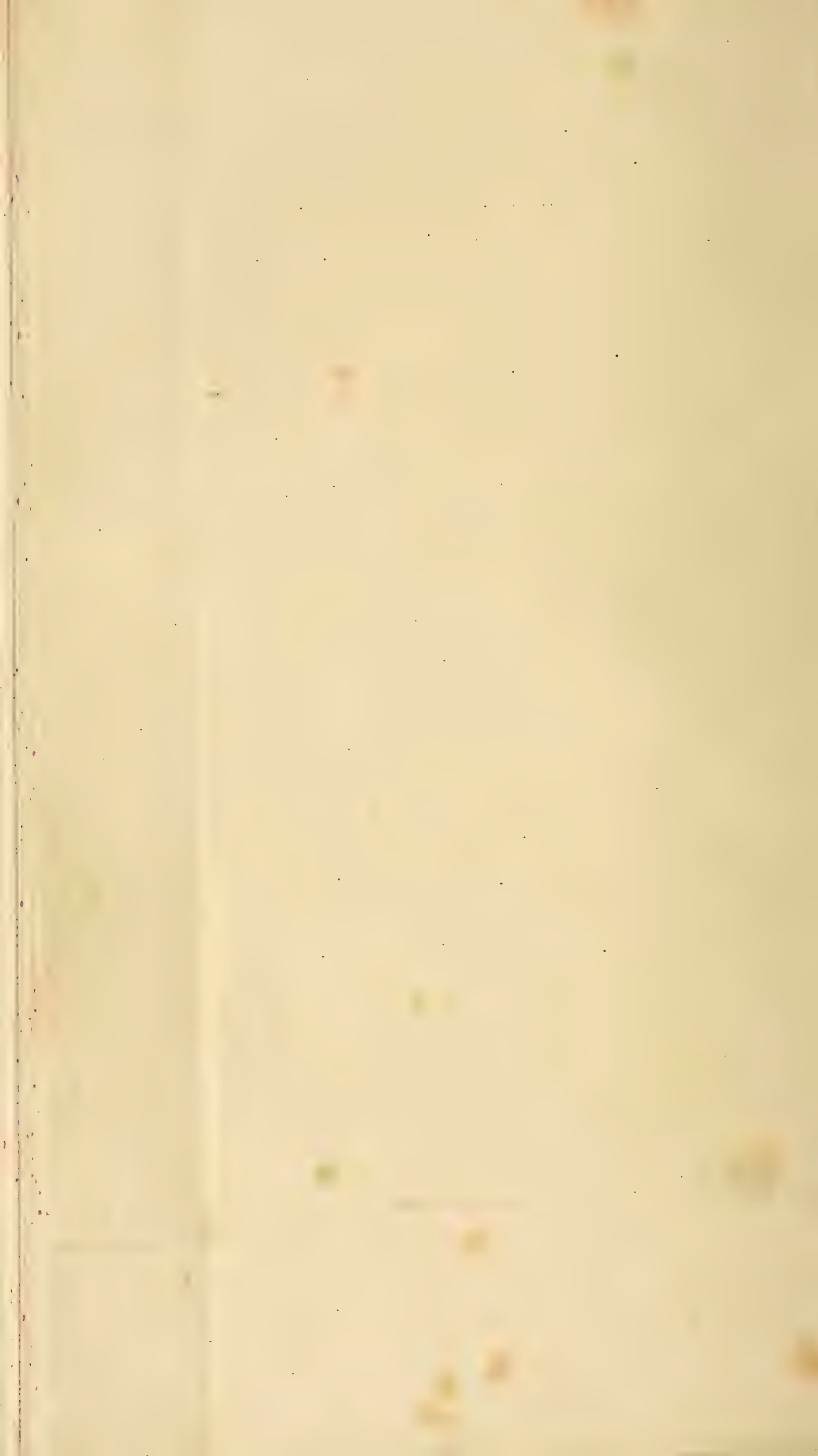
la bouche de leur coquille pour en faire sortir l'animal ; j'abritai ensuite ces hélices contre les rayons du soleil, et après quelques instants, je les vis se développer et avancer, en faisant avec leur tête des mouvements particuliers de gauche à droite et de droite à gauche alternativement et en avant, en suivant toutefois une marche irrégulière et laissant derrière eux ces traces, qu'ils opèrent avec leur bouche en consommant comme nourriture des parties de cet enduit de blanc. Ces endroits dénudés ont la forme de petites langues pointues, ou de larmes très-nettement circonscrites, posées à côté les unes des autres et leur pointe en avant. L'ensemble de ces traces, par ses sinuosités, forme une sorte de méandre élégant, tels que l'on en voit dans certaines broderies, et qui pourraient servir de modèle non encore usité dans les arts. (*Voir la planche ci-contre, où l'on remarque le travail d'Hélices de différents âges ou grosseurs.*

Le résidu de la digestion des hélices qui ont formé ces dessins, paraît être du pur *carbonate de chaux*, vermiforme et tortillé.

C'est donc comme nourriture que ces animaux, à leur première sortie du printemps et pendant la nuit, trouvant sous leurs pas cette substance de leur goût et à leur convenance, la consomment, puisqu'elle doit servir d'ailleurs à augmenter leur coquille en s'assimilant une partie de la matière calcaire qu'elle contient.



MUSEUM OF COMPARATIVE
ZOOLOGY
FEB 29 1940
LIBRARY



OBSERVATION

SUR

l'Anemone Ranunculoïdes ,

PAR M. HOLANDRE.

Selon la description de l'*anemone ranunculoïdes* par les auteurs, la tige ou hampe de cette plante porterait tantôt une seule fleur, tantôt deux ou trois fleurs. D'après mes observations, il serait mieux de considérer les individus qui portent plusieurs fleurs comme formant une variété distincte. Ayant rapporté des bois divers plants de cette espèce d'anémone pour orner mon jardin. Ces plantes se sont propagées et étendues en larges touffes où l'on remarque distinctement deux variétés, que j'appellerais, l'une variété A ou *genuina*, et la deuxième, variété B ou *biflora*.

Les touffes formant la variété A sont plus nombreuses, les hampes plus basses que dans la variété B, les feuilles des involucre plus élargies et moins découpées, la fleur solitaire et plus grande.

Les touffes de la variété B ou biflore, présente toutes ses hampes plus élancées et élevées de plus d'un tiers que celles de la première, les feuilles de l'involucre sont plus longues et plus découpées; les hampes portent toujours deux fleurs, excepté celles qui sont encore trop jeunes pour en donner deux; ces fleurs ont de plus longs pédoncules et sont moins grandes que dans la variété A.



SUR LE

CARDAMINE PRATENSIS,

PAR M. HOLLANDRE.

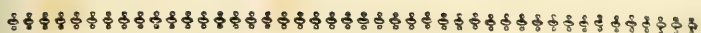


En recherchant au Saulcy, le 28 mai dernier, quelques plantes dont j'avais besoin, j'ai remarqué dans des fossés aquatiques une variété rare et intéressante du *Cardamine pratensis*, et qui n'a pas encore été signalée dans les environs de Metz. Ses fleurs sont pleines et prolifères, c'est-à-dire que du milieu de la première corolle, qui est double, il sort une seconde fleur également double, avec un prolongement du pédoncule, et quelquefois une troisième qui sort de cette dernière, ou bien encore quelques rudiments de feuilles terminant le pédoncule. De cette floraison successive, il reste sur chaque pédoncule des articulations qui marquent la place qu'occupaient les premières fleurs.

Cette plante, dont les organes sexuels sont avortés, ne produit pas de graines. Comment donc peut-elle se multiplier dans cette localité, où j'en ai remarqué plus de vingt pieds éloignés les uns des autres d'un à plusieurs mètres, sur une espace assez étendue ?

Cette variété monstrueuse, déjà observée en Allemagne et dans plusieurs localités de la France, croît dans les mares et fossés aquatiques du Saulcy, le pied dans la vase au milieu des prêles, des *sparganiums*, du butome ombellé, de la stellaire glauque, et d'autres plantes.

La forme ordinaire du *cardamine pratensis* se trouve aussi dans le voisinage de la variété à fleurs pleines.



NOTICE

SUR LA

THÉORIE DE LA TERRE

ET LA PERMANENCE

DE SON AXE PRIMITIF DE ROTATION,

SUIVIE DE

Quelques Observations sur certains Systèmes
Géologiques,

PAR B. DE LAMOTHE,

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE ET DE LA SOCIÉTÉ D'HISTOIRE
NATURELLE DE METZ, ETC.,

*Lue à la Société d'Histoire naturelle de Metz,
le 2 Novembre 1848.*



De tous temps, les philosophes ont cherché à découvrir les lois cachées de l'univers, et ont fait de grands efforts, pour expliquer les nombreux phénomènes naturels qui frappaient leurs regards.

Quelques-uns, et c'est le petit nombre, ont essayé de déduire les lois immuables de la nature, de l'ensemble d'un certain nombre de faits antérieurement observés, soit par eux mêmes, soit par leurs devanciers; et s'ils n'ont pas toujours réussi, c'est que les observations dont ils pouvaient disposer, n'étaient

ni assez nombreuses , ni suffisamment élaborées pour en faire jaillir des lois générales à l'abri de toute critique. Mais on peut dire , à leur louange , qu'ils nous ont montré la bonne route : c'est en marchant sur leurs traces , c'est en rassemblant en un seul faisceau , les précieuses observations qu'ils nous ont laissées , et en les coordonnant avec celles de leurs successeurs , que nos plus grands génies sont parvenus à la découverte de quelques unes de ces merveilleuses lois de l'univers , qui ont eu le rare privilège d'étonner la raison humaine , tout en excitant son admiration.

Quelques autres , et c'est malheureusement le plus grand nombre , au lieu de se livrer à l'étude attentive des faits , étude qui exige , il est vrai , des travaux longs , pénibles et souvent fastidieux , ont préféré donner carrière à leur imagination , cette folle du logis , comme dit notre illustre Montaigne , et entasser systèmes sur systèmes , hypothèses sur hypothèses ; et si , par suite des progrès immenses que toutes les sciences ont faites dans le siècle dernier , nous trouvons que quelquefois ils ont rencontré juste , il ne faut pas pour cela , reporter sur eux le mérite de l'invention , le hasard seul ayant fait tous les frais de leur prétendue découverte , découverte qui , d'ailleurs , ne peut prendre rang dans les sciences qu'autant qu'elle emporte avec elle sa démonstration.

Si les anciens nous ont transmis un grand nombre de systèmes physiques et cosmogoniques plus ou moins ingénieux , les philosophes du dernier siècle n'ont été ni moins féconds , ni moins excentriques , et , si l'on voulait faire l'inventaire de tout ce qui a été produit en ce genre , de bizarre et d'extravagant , par le génie inventif de l'homme , on ajouterait une page curieuse à l'histoire de la psychologie humaine , et l'on prouverait ainsi , une fois de plus , combien notre esprit est prompt à s'égarer , quand il se laisse dominer par ce penchant

irrésistible qui l'entraîne vers le merveilleux, en dépit des faits les mieux prouvés, et des lois universelles qui régissent le monde extérieur.

Le but que nous nous proposons n'est point aussi étendu, nous voulons seulement grouper ici un certain nombre de vérités générales ayant trait à la physique du globe, et à la stabilité de toutes ses parties, afin de faire voir, s'il est possible, que certaines théories géologiques encore en vigueur, sont en contradiction manifeste avec les lois immuables de la mécanique.

Pour accomplir la tâche que nous nous sommes imposée et donner à nos démonstrations toute la certitude dont elles sont susceptibles, nous serons dans la nécessité d'exposer ici quelques uns des théorèmes fondamentaux qui constituent la mécanique du ciel. Nous n'ignorons pas, combien il est difficile d'analyser, avec clarté et précision, ces hautes théories mathématiques; et nous aurions renoncé à notre entreprise, si nous n'avions compté sur la bienveillante indulgence de nos collègues.

LA TERRE A-T-ELLE ÉTÉ PRIMITIVEMENT FLUIDE.

La solution de cette question, si importante sous le point de vue de la constitution intérieure de notre planète, se trouve intimement liée à la connaissance que nous avons pu acquérir sur sa forme extérieure. Il est donc indispensable que nous exposions ici, avec quelques détails, les procédés soit théoriques, soit pratiques à l'aide desquels on est parvenu dans le siècle dernier à déterminer la figure du globe terrestre.

La théorie de la figure de la terre a beaucoup occupé les géomètres du dix-huitième siècle. On savait depuis longtemps, par les observations des navigateurs, confirmées par celles des astronomes lors des éclipses lunaires, que la terre n'était point

une surface plate, comme on l'avait d'abord conjecturé; mais bien, un corps rond; et comme la sphère est le plus simple de tous les corps ronds, on avait supposé que notre globe était une sphère parfaite¹ dont Eratosthènes et Possidonius, il y a déjà plus de 2000 ans, avaient essayé de mesurer le contour extérieur.

Bientôt les progrès de l'astronomie dissipant les erreurs de nos sens, nous apprirent que la terre au lieu d'être immobile au centre de l'univers était animée d'un double mouvement: l'un de rotation sur elle même, qui s'effectue en 23.^h, 56', 4'', l'autre de translation autour du soleil qui s'exécute dans une ellipse très peu excentrique dans l'intervalle d'une année².

Partant de ces faits, définitivement acquis à la science, les géomètres pensèrent que si la terre avait été fluide, comme plusieurs circonstances pouvaient le faire présumer, son mouvement de rotation avait dû altérer sa sphéricité primitive, et que, par suite de l'action de la force centrifuge, dont l'intensité *maximum* avait lieu à l'équateur, il devait y avoir un

¹ Laplace a démontré que la seule figure d'équilibre qui convienne à une masse fluide homogène immobile, est une sphère, et que toute masse fluide homogène douée d'un mouvement uniforme de rotation autour d'un de ses axes, ne peut être en équilibre avec une figure elliptique allongée vers ses pôles.

² Il est bon de remarquer que ces deux mouvements sont indépendants, en sorte que l'un de ces mouvements pourrait varier d'une manière quelconque, sans que l'autre en fût aucunement altéré. Quand ils ne sont soumis l'un et l'autre qu'à l'action d'une même force accélératrice constante, leurs variations ne sont assujetties qu'à la loi connue sous le nom de principe de la conservation des aires.

Laplace a fait voir, dans le cinquième livre de sa mécanique céleste, que les révolutions intérieures, tels que les tremblements de terre, les éruptions volcaniques, les vents et les courants de la mer n'avaient aucune influence sensible sur la durée de la rotation de la terre. (*Système du monde*, livre 4, chapitre 8.)

renflement du globe en cette partie, et parconséquent un aplatissement vers les pôles; et comme la figure elliptique est la plus simple après celle de la sphère, on dût chercher s'il ne serait pas possible de satisfaire aux conditions de l'équilibre avec une figure elliptique de révolution.

Notre intention n'est point de faire ici l'historique complet, quoique abrégé, de la manière dont cette question capitale a été traitée par les différents géomètres qui s'en sont successivement occupés, nous dirons seulement que Huygens, en parlant de ce principe, découvert par Newton, que la pesanteur s'exerce sur chaque molécule en raison inverse du carré des distances, trouva que la surface du sphéroïde terrestre était un ellipsoïde de révolution dont les deux axes devaient être dans le rapport de 578 à 577, et que l'illiplicité était égale à un demi du rapport de la force centrifuge à la pesanteur à l'équateur.

Mais, pour arriver à ce résultat, il avait dû rejeter l'attraction de molécule à molécule, et admettre que l'action de chaque molécule du globe soumise à la pesanteur, était dirigée vers le centre : hypothèse qui cesse d'être vraie dès que le sphéroïde s'applatit, en vertu du mouvement de rotation, puisqu'alors les directions de la gravité doivent rester normales à la surface d'équilibre.

Quelques années auparavant, Newton, dans ses principes mathématiques de la philosophie naturelle¹, s'était aussi occupé de cette question. Il y considère la terre comme une masse fluide homogène, douée d'un mouvement de rotation et dont toutes les parties s'attirent réciproquement au carré de la distance. Puis admettant à priori que la figure d'équilibre est celle d'une ellipsoïde de révolution, ce qui lui per-

¹ Cet ouvrage fut publié pour la première fois en 1687.

met de tenir compte de cette circonstance, négligée par Huygens, que la pesanteur altérée par la force centrifuge reste toujours perpendiculaire à la surface, il trouve un aplatissement égal à $\frac{1}{230}$, c'est-à-dire que l'axe des pôles et celui de l'équateur sont entre eux comme 229 est à 230.

Cette solution laissait sans doute beaucoup à désirer, car Newton supposait sans le démontrer 1.^o que la figure elliptique est celle qui convient à l'équilibre d'une masse fluide homogène douée d'un mouvement de rotation autour d'un de ses axes;

2.^o Que la pesanteur à la surface augmente de l'équateur aux pôles comme le carré du sinus de la latitude;

3.^o Enfin, que la terre est homogène, ce qui, comme nous le verrons plus loin, est contraire aux observations qui prouvent incontestablement que les densités des couches croissent de la surface au centre.

Clairaut en 1737, et Maclaurin en 1740, démontrèrent que les deux premières suppositions, sur lesquelles Newton avait fondé sa théorie, étaient exactes, et que si l'ellipsoïde est très-peu aplati, l'ellipticité est égale à $\frac{5}{4}$ du rapport de la force centrifuge à la pesanteur à l'équateur.

La théorie d'Huygens revient à supposer que la terre est un sphéroïde composé de couches infiniment rares, et dont toute la masse est réunie au centre, où la densité est alors infiniment grande, ce qui donne la limite de l'aplatissement quand on suppose que les couches croissent en densité de la surface au centre. La théorie de Newton donne l'autre limite dans l'hypothèse de l'homogénéité; c'est donc entre ces deux limites que doit être compris l'aplatissement de la terre, et c'est en effet ce qui résulte des observations.

Clairaut, dans son ouvrage sur la figure de la terre publié en 1743, fit voir que l'hypothèse de l'homogénéité était inadmissible; il prouva en effet, que si la terre était homogène,

l'accroissement de la pesanteur sur sa surface en allant de l'équateur aux pôles, devait suivre le rapport inverse de la longueur des rayons; de sorte que, le rayon de l'équateur surpassant de $\frac{1}{230}$ celui du pôle, la pesanteur au pôle devait être de $\frac{1}{230}$ plus grande que la pesanteur à l'équateur: mais nous verrons bientôt qu'il n'en est point ainsi, cet accroissement n'étant réellement que de $\frac{1}{185}$ ou 0,0054.

Dalembert, dans ses opuscules mathématiques, Euler, Lagrange et plusieurs autres géomètres, se sont successivement occupés de la solution de cet important problème; mais c'est à Laplace que l'on doit les travaux les plus remarquables et les plus belles découvertes en ce genre. Ce grand géomètre, ayant soumis de nouveau, toute cette théorie de la figure de la terre à une analyse perfectionnée, en a déduit plusieurs beaux théorèmes dont il a su faire jaillir des vérités nouvelles et inattendues, qui ont singulièrement contribué à l'avancement des sciences cosmologiques, et ont rendu les plus grands services à la géologie positive. Voici les principaux résultats de ses recherches.

Toute masse fluide homogène douée d'un mouvement de rotation, prend la forme d'un ellipsoïde aplati, dans lequel les pesanteurs aux pôles et à l'équateur sont dans le rapport du diamètre de l'équateur à l'axe des pôles.

« Deux figures elliptiques et non davantage satisfont à un
« mouvement angulaire de rotation donné, et relativement à
« la terre supposée homogène, le diamètre de l'équateur est
« à l'axe des pôles comme 680,49 est à l'unité dans l'ellip-
« soïde le plus aplati, et comme 231,7 à 230,7 dans l'ellip-
« soïde le moins aplati. »

La vitesse angulaire de rotation sous l'influence de laquelle la masse fluide prend la forme d'un ellipsoïde de révolution, n'est pas une quantité indéterminée: elle a une

valeur *maximum* au-delà de laquelle l'équilibre est impossible avec une figure elliptique. Cela résulte du théorème suivant :

« Toute masse fluide homogène d'une densité égale à la
« moyenne densité de la terre ne peut pas être en équilibre
« avec une figure elliptique, si le temps de sa rotation est
« moindre que $0^j,1009$. »

« Si la durée primitive de rotation est moindre que cette
« limite, elle augmente par l'aplatissement de la masse fluide,
« et quelles que soient les forces primitivement imprimées,
« le fluide, en vertu de la tenacité de ses parties, se fixe, à la
« longue, à une figure elliptique permanente, qui est unique
« et déterminée par la nature de ces forces¹. »

On voit, d'après cela, qu'il existe deux états possibles d'équilibre correspondants à un même mouvement de rotation final, lequel exige nécessairement deux forces primitives différentes ou différemment appliquées, tandis qu'il n'y a qu'un seul état possible d'équilibre correspondant à une même force primitive.

Telles seraient les lois mathématiques de l'équilibre auxquelles devrait satisfaire la surface extérieure de notre planète, si sa masse était homogène ; mais dès l'instant qu'on admettait que la terre avait été primitivement fluide, il était naturel de penser que la densité de ses différentes couches n'était point identique.

En la supposant composée de substances de nature différente, elles avaient dû se disposer régulièrement autour du centre de gravité, de manière que, les couches les plus pesantes, fussent les plus voisines de ce centre.

Si au contraire, on voulait supposer que toute la masse de notre globe était formée d'une substance chimique homogène,

¹ Voyez le troisième livre de la mécanique céleste de Laplace.

on devait en conclure encore que , par suite de l'énormé pression exercée sur les couches centrales, celles-ci doivent être beaucoup plus denses que celles de la surface.

A la vérité, si la densité des gaz croît proportionnellement à leur compression lorsque la température reste constante, il n'en est peut être pas de même des liquides et des solides, car il est probable que ces corps résistent d'autant plus à la compression qu'ils sont plus comprimés. On sait d'ailleurs que leur compression est extrêmement faible, puisque d'après les expériences de Canton, l'eau ne se contracte sous une atmosphère que de un 46 millionième de son volume primitif à zéro degré.

Le mercure est encore beaucoup moins compressible que l'eau, car on n'est pas encore parvenu à diminuer son volume d'une manière appréciable¹, cependant, vu la grandeur du rayon terrestre, cette dernière hypothèse ne pouvait être rejetée *à priori*.

Jusqu'ici les géomètres n'avaient point fait entrer dans la recherche de la figure de la terre, l'effet résultant de la compression des couches, effet qui cependant, comme on vient de le voir, peut suffire pour accroître la densité de la surface au centre; mais, quoiqu'il soit bien avéré que notre planète n'est point composée d'une substance homogène dans le sens chimique, puisque nous voyons surgir, à chaque instant à sa surface, des corps d'une composition et d'une densité entièrement différentes²; il n'était pas sans intérêt de

¹ Suivant M. Regnault, la compressibilité du mercure par chaque atmosphère serait égale à 3,51 millionièmes de son volume à zéro.

² Le platine, l'or, le plomb, le mercure, substances très-pesantes, qui, très-probablement sont venues des parties centrales du globe, se rencontrent en filons dans les fissures de roches d'une densité beaucoup moindre.

rechercher s'il ne serait pas possible de satisfaire à tous les phénomènes connus, dépendant de la loi de densité des couches, en admettant cette hypothèse de l'homogénéité.

Ces phénomènes sont : « Les variations des degrés des
« méridiens et de la pesanteur, la précession des équinoxes,
« la nutation de l'axe terrestre, les inégalités que l'apla-
« tissement produit dans le mouvement de la lune, enfin le
« rapport de la moyenne densité de la terre à celle de l'eau,
« rapport que Cavendish a fixé par une très-belle expé-
« rience à cinq et demi. »

Or, en partant de la loi qui régit la compressibilité des liquides et des solides, et en admettant que cette loi se continue toujours la même depuis la surface jusqu'au centre, et quelle que soit la pression, Laplace a trouvé, 1.^o « que
« si l'on suppose la terre formée d'une substance homogène
« dans le sens chimique, dont la densité soit $\frac{5}{4}$ de celle
« de l'eau commune, et qui, comprimée par une colonne
« verticale et sa propre substance égale à la millionième
« partie du demi axe du pôle, augmente en densité de
« 5,5345 millionièmes de sa densité primitive, ou satisfait à
« tous ces phénomènes.

« 2.^o Que si la terre était entièrement formée d'eau, et
« si l'on suppose, conformément aux expériences de Canton,
« que la densité de l'eau à la température de 10° , et com-
« primée par une colonne d'eau de 10^m en hauteur augmente
« de 44 millionièmes, l'aplatissement de la terre serait $\frac{1}{360}$;
« le coefficient du carré du sinus de la latitude dans l'expres-
« sion de la longueur du pendule à secondes, serait 59 dix-
« millièmes ; et la densité moyenne de la terre serait neuf
« fois celle de l'eau. »

Ayant ainsi reconnu par les observations que notre globe n'était point homogène, Laplace a cherché à résoudre le

problème de la figure de la terre en la supposant formée de couches de densités variables.

Cette recherche présente, il est vrai, de grandes difficultés : mais la considération du peu de différence qui existe entre la figure sphérique, et celle des planètes et des satellites, lui a permis de les surmonter.

Examinant le cas où le sphéroïde a été entièrement fluide, il démontre que sa figure d'équilibre doit être celle d'un *ellipsoïde de révolution dont toutes les couches de même densité sont elliptiques et de révolution, et dans lequel les densités vont en diminuant et les ellipticités en augmentant du centre à la surface.*

Il n'y a qu'une seule figure d'équilibre, très-peu différente de la sphère qui soit possible, et les limites de l'aplatissement sont $\frac{1}{2}$ et $\frac{3}{4}$ du rapport de la force centrifuge à la pesanteur à l'équateur, la première limite répondant au cas où toute la masse serait réunie au centre, et la seconde au cas où cette masse serait homogène.

Laplace a d'ailleurs confirmé l'important théorème de Clairaut, savoir : que l'aplatissement est égal à $\frac{5}{2}$ du rapport de la force centrifuge à la pesanteur à l'équateur, moins l'accroissement de la pesanteur au pôle. Cet aplatissement sera donc pour la terre de $\frac{5}{2} \times \frac{1}{288} - \frac{1}{185} = \frac{1}{305}$.

Mais pour embrasser le problème dans toute sa généralité ; il fallait encore considérer le cas où le sphéroïde, toujours fluide à sa surface, peut renfermer un noyau solide d'une figure quelconque peu différente de la sphère, et dont les couches diminuent de densité du centre à la surface. Dans cette hypothèse, on conçoit aisément que, pour parvenir à l'état permanent d'équilibre, la partie fluide doit toujours se disposer de manière que le centre de gravité de sa surface coïncide avec celui du sphéroïde, que l'on suppose tourner autour d'un de

ses axes principaux. Or, Clairaut, dans son bel ouvrage de la figure de la terre, a prouvé que l'équilibre est encore possible, en supposant une figure elliptique à la surface du fluide et aux couches du noyau solide intérieur, et que, de plus, l'accroissement des rayons et la diminution de la pesanteur et des degrés des méridiens des pôles à l'équateur, sont proportionnels au carré du cosinus de la latitude.

Mais la terre n'est pas recouverte en entier par les eaux de la mer; l'Océan laisse à découvert une partie du sphéroïde terrestre, ce qui doit altérer les résultats obtenus dans l'hypothèse d'une inondation générale. L'analyse, malgré la difficulté de la question¹, est cependant parvenue à démontrer que dans ce dernier cas, l'équilibre de la mer est toujours possible, et que la figure de sa surface est du même ordre que celle du sphéroïde qu'elle recouvre en partie, si on lui suppose une densité très-petite. Si donc, le globe terrestre est un ellipsoïde de révolution, comme cela doit être, s'il a été primitivement fluide, la figure de la mer sera aussi elliptique; seulement, son aplatissement ne sera pas tout à fait le même que celui du sphéroïde, et généralement les deux surfaces, quoique du même ordre, ne seront pas entièrement semblables, mais elles dépendront l'une de l'autre. L'aplatissement sera toujours moindre que dans le cas de l'homogénéité, et si l'on fait passer très-près du centre de gravité du sphéroïde terrestre, un axe fixe autour duquel il puisse tourner librement, la mer pourra toujours prendre sur sa surface un état permanent d'équilibre tel, que l'axe de rotation passe par le centre de gravité de la mer et du sphéroïde qu'elle recouvre en partie¹. Les lois de la pesan-

¹ Si les planètes ne tournaient pas exactement, ou du moins, à très-peu près, autour d'un de leurs trois axes principaux, il en résulterait, dans

teur à la surface de la mer et du sphéroïde seront sensiblement les mêmes, et malgré les actions du soleil et de la lune qui tendent à faire varier sans cesse la figure de la mer, et qui produisent les phénomènes du flux et du reflux, l'axe commun de rotation, qui doit être celui du sphéroïde entier, reste invariable. « Il se meut dans le ciel autour des « pôles de l'écliptique, suivant des lois que la théorie de la « pesanteur universelle a déterminées; mais il répond toujours aux mêmes points de la surface de la terre, les observations les plus anciennes et les plus exactes ne faisant apercevoir aucun changement dans les latitudes géographiques. » (Laplace, *Système du monde*).

Cette permanence de l'équilibre de la mer à la surface du globe terrestre, malgré les oscillations que lui impriment l'action des causes extérieures, est une conséquence de sa faible densité comparée à celle de la densité moyenne du sphéroïde qu'elle recouvre. « Une très-petite agitation dans un océan de mercure qui la remplacerait, suffirait pour les répandre sur les continents terrestres.

« Cette infériorité dans la densité de la mer est une suite de la fluidité primitive de la terre; car alors les couches les plus denses ont dû se porter vers le centre. Cette considération, jointe à celle de la régularité des couches terrestres, prouvée par les expériences du pendule, indique

la position de leurs axes de rotation, des changements qui seraient sensibles, surtout pour la terre; et, comme les observations les plus précises n'en font apercevoir aucun, nous devons en conclure que, depuis longtemps, toutes les parties des corps célestes, et principalement les parties fluides se sont disposées de manière à rendre stables leur état d'équilibre et par conséquent leurs axes de rotation. Il est en effet très-naturel de penser qu'après un grand nombre d'oscillations elles ont dû se fixer à cet état, en vertu des résistances qu'elles éprouvent. (*Mécanique céleste*, livre 3).

« avec une grande probabilité que toutes les parties de la
« terre ont été primitivement fluides. »

Laplace a aussi démontré que la profondeur de la mer n'est qu'une petite fraction de l'excès du rayon de l'équateur sur celui du pôle, excès qui surpasse 20000 mètres. Il en a conclu que cette profondeur est de même ordre que celle des continents et des îles au-dessus de son niveau, hauteur qui, en moyenne, ne dépasse pas 1000 mètres : « mais de même, « ajoute-t-il, que de hautes montagnes recouvrent quelques « parties des continents ; de même, il peut y avoir de grandes « cavités dans le bassin des mers. Cependant, il est naturel « de penser que leur profondeur est plus petite que l'élévation « des plus hautes montagnes ; les dépôts des fleuves et les « dépouilles des animaux marins entraînés par les courants, « devant remplir à la longue ces cavités.

« Les lois de la mécanique et de la pesanteur universelle « suffissent donc pour donner à la mer un état ferme d'équi-
« libre qui n'est que très-peu altéré par les attractions cé-
« lestes. Sa pesanteur qui la ramène sans cesse vers cet état, « et sa densité moindre que celle de la terre, conséquence « nécessaire de ces lois, sont les véritables causes qui la con-
« tiennent dans ses limites, et l'empêchent de se répandre « sur les continents, condition nécessaire à la conservation « des êtres organisés. »

Après avoir déterminé les lois mathématiques de l'équilibre de notre sphéroïde, il paraissait convenable de chercher à les vérifier par l'observation, en essayant de mesurer les principales dimensions de sa surface. Le premier moyen qui s'est présenté à l'esprit, a été, de mesurer plusieurs degrés des méridiens en différents lieux assez éloignés sur la surface du globe, et de les comparer entre eux, après avoir vérifié leur

similitude.¹ Il était évident, en effet, si la terre était aplatie aux pôles et renflée à l'équateur, comme le voulait la théorie de l'équilibre des fluides, que les degrés mesurés dans le voisinage du pôle, devaient être plus grands que ceux mesurés près de l'équateur; et qu'en général, les arcs mesurés devaient diminuer en allant des pôles vers l'équateur.² Ces opérations qui ont été faites à plusieurs reprises et avec beaucoup de soin, ont toutes confirmé les prévisions des géomètres sur la figure aplatie du globe terrestre; mais quand pour avoir la valeur exacte de l'ellipticité, on compare entre eux les arcs mesurés, on obtient des valeurs très-différentes. Ainsi, par la comparaison des degrés de la méridienne de France, qui depuis Dunkerque jusqu'à Formentera, embrassent un arc de plus de 12° , on trouve un aplatissement de $\frac{1}{160}$. Cet aplatissement ne s'accorde, ni avec les phénomènes de la pesanteur, ni avec ceux de la précession et de la nutation, qui ne permettent pas de supposer un aplatissement plus grand que $\frac{1}{230}$, qui aurait lieu dans le cas de l'homogénéité. Quand on compare entre eux des arcs mesurés à d'assez grandes distances en la-

¹ La figure elliptique est la plus simple après celle de la sphère, et nous avons vu précédemment qu'elle doit être celle de la terre et des planètes, en les supposant originairement fluides, si d'ailleurs elles ont conservé en se durcissant leur figure primitive. Il était donc naturel de comparer à cette figure les degrés mesurés des méridiens: mais cette comparaison a donné pour la figure des méridiens, des ellipses différentes, et qui s'éloignent trop des observations pour pouvoir être admises. Laplace, *mécanique céleste*.

² Pendant près de 40 ans, l'opinion contraire à prévalu en France. Cette erreur provenait de ce qu'on employait pour mesurer géométriquement, les degrés à la surface d'une ellipse, une méthode fautive qui supposait, contrairement à la vérité, que les normales à la courbe, devaient toutes concourir à son centre. On alla même, en s'appuyant sur des mesures inexactes de Dominique Cussini, exécutées en France, jusqu'à supposer que la terre était un ellipsoïde allongé vers les pôles.

titude, on trouve des résultats beaucoup plus approchés; ainsi, Delambre ayant comparé l'arc du pérou avec celui compris entre Dunkerque et Barcelone a trouvé un aplatissement de $\frac{1}{308,6}$, qui s'éloigne peu du véritable.

Malgré cela, on doit convenir que les degrés des méridiens, sont peu propres à donner le véritable aplatissement terrestre, car ils sont influencés d'une manière très-sensible par les nombreuses inégalités de la surface, et leurs variations ne suivent pas très-exactement la loi du carré du sinus de la latitude; en sorte que, on peut dire avec Buffon, que les méridiens ne sont pas des surfaces planes elliptiques, mais bien des surfaces irrégulière, qui oscillent autour du véritable méridien théorique.

Les mêmes variations se font encore remarquer dans la mesure des arcs des parallèles, et c'est surtout vers le 46.^e degré de latitude, que les irrégularités sont les plus grandes.¹ L'ensemble de tous ces résultats donne une figure de la terre, beaucoup plus compliquée qu'on ne l'avait cru d'abord, ce qui n'est pas étonnant, a dit Laplace: « si l'on considère
« l'irrégularité de la profondeur des mers, l'élévation des
« continents et des îles au-dessus de son niveau, la hauteur
« des montagnes et l'inégale densité des mers et des di-
« verses substances, qui sont à la surface de cette planète.² »

¹ Voyez l'*Astronomie Physique* de Biot, 3.^e édition, 2.^e vol., pages 460 et suivantes, et 3.^e vol., pages 217 et 387. *Mémoire sur les Inégalités de la Surface du Globe*, par Roret. *Bulletin de la Société Géologique de France*, tome 12, page 476 et tome 13, page 475, et *Mémoires de la Société Géologique de France*, 2.^e série, tome 1.^{er}, page 1.^{re}

² Les variations de la pesanteur à la surface de la terre, la déformation partielle de cette surface et les différences qui se remarquent dans les figures des différents méridiens et des parallèles, sont, comme nous le verrons plus loin, une conséquence naturelle des ridements linéaires et des soulèvements occasionnés, par le refroidissement séculaire de notre planète. Recherchez sur quelques unes, des révolutions de la surface du globe. *Annales des Sciences Naturelles*, tome 49, note de la page 200.

Les irrégularités qui résultent des degrés mesurés des méridiens, n'ayant pas permis de vérifier avec toute l'exactitude nécessaire, la valeur de l'aplatissement de notre globe, et de s'assurer s'il est tel, à peu près, que l'exige la théorie, on a eu recours à un procédé beaucoup plus exact et plus indépendant des influences locales.

Le pendule dont l'invention remonte à Galilée, et dont on peut compter les oscillations et mesurer les longueurs, en chaque point du globe où il est placé, avec beaucoup de précision, est très-propre à nous faire connaître les variations de l'intensité de la pesanteur à ces différents points.¹ On sait, en effet, que les oscillations de cet instrument, dont tout le monde connaît la théorie, sont une dépendance de l'attraction du sphéroïde terrestre, d'où il suit que : « la variation de la pesanteur est le phénomène le plus propre à nous éclairer sur la constitution de la terre. Les causes dont elle dépend, ne sont pas limitées aux parties voisines de la surface terrestre ; elles s'étendent aux couches les plus profondes, en sorte qu'une irrégularité un peu considérable dans une couche située à mille lieues de profondeur, deviendrait sensible sur

¹ Les irrégularités de la surface de la terre, influent beaucoup moins sur les variations du pendule, que sur celles des degrés des méridiens ; cependant, il est bon de faire remarquer, que la nature du sol, pesant ou léger, sur lequel on fait les observations à une influence sensible, sur les oscillations du pendule ; ainsi par exemple, la pesanteur est plus forte à Quito que sur les bords de la mer ; il en est de même, des élévations et des dépressions qui existent à la surface, en sorte que, toutes ces causes réunies, ont une influence plus ou moins marquée, sur l'équilibre et le nivellement des eaux. On peut donc en conclure que la surface de la mer, n'est pas rigoureusement une surface géométrique de niveau, mais qu'elle a très-probablement des inégalités plus ou moins grandes, des éminences et des affaissements analogues à ceux des continents, quoique beaucoup moins prononcés.

« la longueur du pendule à secondes. On conçoit que plus
« cette irrégularité serait profonde, plus son effet s'étendrait
« au loin sur la terre. »

L'accroissement total de la pesanteur à l'équateur, prise pour unité, et l'ellipticité de la terre, sont liés entre-eux par un rapport très-simple, qui permet de calculer l'une de ces quantités, quand l'autre est connue.

Si donc, nous comparons entre elles les observations du pendule faites aux deux extrémités de la méridienne de France, et le long de cette ligne, depuis Dunkerque jusqu'à Formentera, on trouvera, en les réduisant au niveau de la mer, un aplatissement de $\frac{1}{298,2}$. Mais si l'on compare entre elles, les nombreuses expériences qui ont été faites jusqu'ici, en un grand nombre de points du globe très-éloignés tant en longitude qu'en latitude, on trouve pour l'aplatissement moyen des deux hémisphères, la fraction $\frac{1}{304,8}$, qui est un peu plus petite que celle déduite des observations faites en France sur un arc de 13° environ.¹

Il est encore un moyen beaucoup plus précis, d'obtenir

¹ En prenant pour unité la pesanteur à l'équateur, son accroissement au pôle est 0,00435 où $\frac{1}{230}$ dans le cas de l'homogénéité, et par les observations du pendule, cet accroissement a été trouvé de 0,0054 où $\frac{1}{185}$; la terre n'est donc point homogène. Elle n'est pas non plus un ellipsoïde elliptique régulier, car sur un même parallèle géographique, sur celui de Bordeaux à Fiume, par exemple, l'intensité de la pesanteur en ses divers points est très-inégale. Ainsi, la plus petite intensité à lieu à Bordeaux, elle est plus grande à Figeac, et plus grande encore à Clermont-Ferrand, où elle atteint à peu près sa valeur moyenne. A Milan elle a à très-peu près la même valeur qu'à Clermont; mais à Padoue, elle acquiert sa limite *maximun*, qui est autant au-dessus de la moyenne, que sa valeur à Bordeaux est au-dessous. Sa variation totale entre ces deux stations fait sur la longueur du pendule, une différence de 0,^{mm}140809. Biot, *Astronomie Physique*, 3.^e édition, 2.^e volume.

cette ellipticité : il consiste à comparer les deux inégalités lunaires dues à l'aplatissement de la terre, l'une en longitude, l'autre en latitude, avec les observations faites, depuis Bradley jusqu'à ce jour, observations dont le nombre dépasse 3000.

On trouve alors pour l'aplatissement de la terre $\frac{1}{305}$, qui diffère très peu de celui $\frac{1}{309,6}$, trouvé par la comparaison des degrés des méridiens mesurés en des points très-éloignés, et qui est presque identique avec celui $\frac{1}{304,8}$, fourni par l'ensemble de toutes les expériences du pendule faites jusqu'à ce jour. « Ce résultat doit d'ailleurs inspirer une grande confiance et il est sans contredit, le plus probable de tous ceux qu'on a pu obtenir jusqu'à présent, puisqu'il est indépendant des irrégularités de la surface terrestre, irrégularités qui disparaissant à la distance de la lune, comme l'indique la théorie, commencent à se faire sentir dans la mesure du pendule et deviennent très-sensibles dans la mesure des degrés. (Laplace, *Mécanique céleste.*) »

L'accord bien remarquable qui existe entre les résultats de la théorie et ceux déduits de l'observation, fournit une preuve bien convaincante que la terre a été dans l'origine une masse fluide animée d'un mouvement de rotation autour d'un de ses axes, et qui, sous l'influence des forces contraires qui sollicitaient ses diverses molécules, a pris une figure permanente d'équilibre qu'elle a conservé en se consolidant. Et comme l'observation prouve que les accroissements de la pesanteur suivent sur notre sphéroïde une marche fort régulière et à très-peu près proportionnelle au carré du sinus de la latitude, on doit admettre que notre planète est formée de couches dont la densité croît de la surface ou au centre et qu'elles sont disposées régulièrement autour de ce point.¹

¹ Laplace pensait que la densité croissait progressivement au moins

Si maintenant, on fait attention que les aplatissements des autres planètes que l'on a pu observer, telles que Vénus, Mars, Jupiter et Saturne, sont aussi exactement conformes à ce qu'enseigne la théorie, on devra en conclure, évidemment, que tous ces corps ont aussi été primitivement fluides, et par analogie, on pourra étendre cette conclusion à toutes les autres planètes ainsi qu'à leurs satellites.

En comparant, séparément entre elles, les observations du pendule faites dans chacun des deux hémisphères en particulier, on a trouvé que l'aplatissement de l'hémisphère austral est un peu plus grand que celui de l'hémisphère boréal.¹ Si ce résultat se confirmait par la suite, il expliquerait assez bien pourquoi les eaux de la mer ont afflué vers le pôle austral avec plus d'abondance que vers le pôle boréal. Ce

jusqu'à une très-grande profondeur : deux ou trois cents lieues. En supposant que cet accroissement suive une progression arithmétique, et s'étende jusqu'au centre, il a trouvé une densité moyenne égale à 1,55, celle des couches de la surface solide étant égale à l'unité. Ce résultat est un peu trop faible. Cette forme elliptique des couches intérieures et extérieures de l'écorce terrestre, qui ont des centres coïncidents et des axes identiques, doit être prise en grande considération, car, comme le dit fort bien sir John Herschel : « cet état de chose est incompatible avec » un arrangement de l'écorce terrestre postérieur au mouvement de rotation qui a déterminé la distribution première de la matière qui la compose. » Cette observation est surtout applicable au cas où il existerait au centre de la terre un noyau solide de forme invariable.

¹ Suivant le capitaine Freycinet (*Voyage autour du Monde exécuté en 1817 sur la corvette l'Uranie*), l'aplatissement des deux hémisphères est sensiblement le même et plus grand que celui $\frac{1}{305}$ déduit de la théorie des inégalités lunaires. Ces deux aplatissements, calculés séparément pour chacun des hémisphères, sont compris entre $\frac{1}{280}$ et $\frac{1}{282}$ d'après l'ensemble de ses expériences, qui ont été faites principalement depuis le 45.^e degré de latitude boréal jusqu'à l'équateur. Consultez l'*Astronomie physique* de Biot, 3.^e édition, 2.^e vol., pages 488 à 492. Voyez aussi la *Géographie universelle* de Mallebrun, 2.^e édition, tome 2.^e, page 49.

fait géographique assez curieux se trouverait encore corroboré par les nombreuses expériences des navigateurs, qui toutes s'accordent pour donner à l'océan austral une profondeur beaucoup plus grande qu'à la mer boréale.¹ (*Cosmos*. p. 494).

QUELLE A ÉTÉ LA NATURE DE LA FLUIDITÉ PRIMITIVE DU GLOBE?

Nous venons de démontrer, en nous appuyant sur des preuves purement mathématiques, que la masse entière de notre planète a dû être primitivement fluide; il convient actuellement de rechercher la nature de cette fluidité.

Werner et son école admettaient que toutes les matières solides qui entrent dans la composition du globe ont été dissoute par l'eau, et qu'ainsi toutes les roches ont été formées, soit chimiquement par cristallisation, soit mécaniquement par sédimentation, et Daubuisson, un des élèves les plus distingués de cet illustre fondateur de la géognosie, a développé cette opinion avec beaucoup de talent dans la nouvelle édition de son *Traité de Géognosie*, dont le premier volume seul a été publié par lui en 1828. (Voyez note 3.^e page 389 de ce premier volume.) Cependant, cette opinion n'a pu résister à l'évidence des preuves accumulées contre elle, et aujourd'hui tout le monde est à peu près d'accord, pour attribuer la fluidité primitive du globe à une chaleur intérieure qui a com-

¹. Le capitaine Parry n'a pu trouver le fond de l'océan austral, non plus que le capitaine Scoresby qui est cependant parvenu à faire descendre une sonde jusqu'à la profondeur de 2560 mètres. Le capitaine Dupetit-Thouars, pendant son voyage sur la frégate la *Vénus* de 1836 à 1839, étant par 8° sud du cap Horn et à 185 lieues dans l'ouest, a fait descendre une sonde jusqu'à 4000 mètres sans rencontrer le fond. C'est, je crois la plus grande profondeur à laquelle la sonde soit parvenue jusqu'à présent. Dans le voisinage de la terre Adélie par 64° 30' de lat. sud et 129° 54' de long. est, une ligne de 160 brasses n'a pas trouvé le fond. (*Bull. de la Société géologique de France*, tome 12, p. 131, 1.^{re} série.)

mencé à se dissiper dans les espaces planétaires depuis l'origine, et qui, cependant, est encore assez active, pour qu'à une très-petite profondeur au-dessous de la surface, toutes les roches soient dans un état de fusion complète.

Sans vouloir ici discuter toutes les preuves qui militent en faveur d'une chaleur primitive centrale, disons seulement que si la terre a été douée dans l'origine d'une fluidité purement aqueuse, il faut que toutes les roches qui constituent son noyau solide aient été dissoutes dans les eaux répandues sur sa surface. Or, nous avons vu que Laplace a démontré mathématiquement que la profondeur *maximum* de la mer qui occupe environ les trois quarts de la superficie totale de notre planète, ne pouvait pas dépasser 8,000 mètres, et que la profondeur moyenne ne pouvait être sensiblement différente de la hauteur moyenne des continents au-dessus de son niveau, hauteur qui ne dépasse pas 1000 mètres¹. Il faudrait donc, pour que l'opinion wernérienne put se soutenir, admettre que 2000 parties terreuses environ ont été dissoutes dans une seule partie d'eau, qu'un kilogramme d'eau, par exemple, a pu tenir en dissolution 11,000 kilogrammes de matières solides.²

¹ M. de Humboldt a fait voir que la hauteur moyenne des continents, au-dessus du niveau de la mer, ne dépassait pas 553^m environ. (*Cosmos*, tome 1.^{er}, page 353, et *Asie centrale*, tome 1.^{er}, page 93.)

² Si l'on suppose que la profondeur moyenne des mers est égale à un kilomètre, et si l'on prend pour le rayon moyen à 45° sa valeur fixée par Daubuisson à 6366 kilomètres en nombre rond, on aura, pour le volume de la masse liquide,

$$\pi (6366^3 - 6365^3) = \pi. 111\,500\,000.$$

Or, le volume du noyau solide est égal à

$$\frac{\pi. 111\,500\,000}{3} + \frac{4}{3} \pi. 6365^3 = \pi. 344\,193\,799\,988.$$

Le rapport de ces deux nombres sera donc égal à 3086, ou, en nombre rond, à 3000. Mais si, avec quelques géologues, on veut admettre que

Quand bien même on décuplerait le volume des eaux, ce qu'on a déjà voulu faire pour expliquer le déluge prétendu universel de la Genèse, on n'aurait guère avancé la solution de la question, il faudrait encore expliquer la disparition successive de cette masse fluide dont la vapeur ne peut plus s'échapper à travers les espaces célestes, comme l'avait pensé de Saussure, depuis que les lois de l'attraction universelle et celles de l'équilibre des masses planétaires sont mieux connues.

On a cherché, cependant, dans ces derniers temps à expliquer cette prétendue diminution des eaux par l'imbibition des roches¹. On a été ainsi amené à conclure que la terre était destinée à devenir, comme la lune, un corps sec et aride entièrement privé d'êtres vivants.

Cette nouvelle théorie ne nous semble pas appuyée sur des bases bien solides. L'eau ne peut s'infiltrer dans la croûte minérale que par les fissures qui s'y rencontrent, fissures qui sont le résultat de la dessiccation et des nombreuses commo-

la masse totale des eaux égale en moyenne une couche liquide qui aurait 4 kilomètre d'épaisseur et qui couvrirait tout le globe, le rapport précédent serait moindre, car le volume du noyau solide serait égal à

$$4 \pi r^2 \frac{1}{3} r = 4 \pi r^2 2121^k,66$$

et celui des eaux, en supposant, ce qui est sensiblement vrai, que les deux surfaces inférieures et supérieures sont égales entre elles, serait $4 \pi r^2 \times 4$ kilom. Or, le rapport de ces deux nombres est égal à $\frac{1}{2121,66}$. Si on suppose, avec Labèche (*Manuel*, page 3), que la profondeur moyenne de l'Océan est égale à 3 kilomètres, ce qui probablement est fort exagéré, on trouve le rapport de 1 à 1000. Enfin, si l'on veut ne donner à l'Océan qu'une profondeur moyenne égale à 333^m, hauteur du centre de gravité des continents au-dessus du niveau des mers, ce même rapport sera de 1 à 9000. Le rapport de 1 à 2121 nous paraissant le plus probable, c'est celui que nous adopterons; en le multipliant par 5,44, densité moyenne du globe, le rapport entre la masse du noyau solide de la terre et la masse des eaux, sera de $\frac{4}{11500}$ environ.

¹ *Éléments de Géologie* par H. Lecoq, 1.^{er} vol., p. 175.

tions intérieures que cette croûte, déjà solidifiée, a pu éprouver. S'il est vrai de dire que la majeure partie des roches sédimentaires, dont la porosité est incontestable, ont conservé après leur émergence une certaine quantité d'eau d'imbibition, on n'en peut rien conclure pour les roches primordiales qui composent la partie la plus considérable de l'écorce minérale du globe et dont la porosité aquifère est loin d'être aussi bien démontrée¹.

Rien ne prouve d'ailleurs que par suite du refroidissement du globe, les eaux finiront par pénétrer jusqu'à son centre de manière à imbibier toute sa masse. Il est probable, au contraire, que les couches minérales qui cristallisent actuellement, et celles qui se figeront par la suite des temps, finiront par former une masse continue qui suffira pour s'opposer à toute imbibition profonde, et si, de rares fissures permettent encore à quelques portions du liquide ambiant de descendre jusqu'à de grandes profondeurs, on peut présumer que le volume du fluide ainsi absorbé, ne sera qu'une fraction très-minime de la masse liquide totale.²

¹ M. Delesse ingénieur des mines a démontré (*Annales des mines*, 4.^e série, tome 12.) qu'un très-grand nombre de roches primordiales renfermaient une certaine quantité d'eau de combinaison, mais tout semble démontrer que cette eau a été formée de toute pièce au sein de la masse minérale fluide et qu'elle ne provient pas des eaux qui coulent sur la surface de notre planète. Dès que par la calcination on a fait dissiper cette eau de combinaison, on ne peut plus l'y faire rentrer par voie d'imbibition.

² Les roches arénacées, sont les seules qui se laissent facilement pénétrer par les eaux pluviales; et la terre végétale elle même, ne s'imbibe que très-difficilement. Mais ce qui prouve d'une manière incontestable, combien sont faibles les infiltrations séculaires de la mer à travers les terres, c'est qu'il existe dans cette portion de la Russie que le Volga traverse dans la plus grande partie de son cours, une immense étendue de terrain située beaucoup au-dessous du niveau de la mer Noire, qui n'est pas inondée et n'est pas même un marécage, voyez dans l'annuaire des longitudes pour

Quant à la diminution des eaux de la mer qu'on pourrait attribuer à l'action vitale des êtres organisés, qui tous absorbent de l'eau et la solidifient en partie, elle n'a dû s'exercer qu'à l'origine de la création, et son influence a certainement été beaucoup moindre qu'on ne le croit généralement; et puisque tout ce qui a vie finit par périr et se décomposer, il s'est établi, depuis longtemps, entre l'eau absorbée et celle restituée, un certain équilibre qui doit osciller dans des limites fort restreintes.

Nous savons maintenant, et des expériences multipliées ont mis ce fait hors de doute¹, que la chaleur interne du globe croît avec la profondeur de 1° par 30 mètres environ; et quoique l'épaisseur de la croûte ainsi explorée au moyen d'un thermomètre placé au fond des mines, où plongé dans les eaux thermales et dans celles des puits artésiens, ne soit qu'une très-petite fraction de la longueur du rayon terrestre, on ne peut

1835, la notice de M. Arago, sur les puits artésiens, pages 186 et suivantes, et l'annuaire de 1832, page 280. Dans le Cornouailles il existe des mines d'étain et de cuivre dont plusieurs galeries ayant de 55 à 157 mètres de profondeur au-dessous de la haute mer, s'avancent de 55 à 74 mètres sous le fond de l'Océan. Dans la galerie supérieure, le bruit de la mer qui se brise sur les rochers est assez fort pendant les tempêtes pour épouvanter les ouvriers; on y distingue aussi le choc des cailloux qui roulent sur les rochers, et il se transmet alors jusque dans les travaux les plus profonds; et cependant, dans ces diverses mines sous-marines on ne rencontre que très-peu d'eau, et la quantité qu'en laissent filtrer les parois est d'autant moindre qu'on s'enfonce d'avantage. (*Voyage métallurgique en Angleterre*, par MM. Dufrénoy et Elie de Beaumont, page 96.)

Enfin, depuis plusieurs milliers d'années la vallée du Jourdain a subi une dépression considérable dans presque toute son étendue, et cette dépression atteint à Jéricho un peu plus de 400 mètres au-dessous du niveau de la Méditerranée, sans que jamais aucune infiltration soit venue troubler ses paisibles habitants.

¹ *Essai sur la température de l'intérieure de la terre* par Cordier, annales des mines, 2.^e série, tome 2, page 53.

s'empêcher d'en tenir compte dans les recherches sur la constitution intérieure de la terre.

Ce fait, si capital aujourd'hui pour la théorie plutonienne des planètes, avait semblé de peu d'importance, il n'y a pas encore 50 ans, aux géologues de l'école de Werner; et, ils l'expliquaient tout naturellement, en disant, qu'il était le résultat de la chaleur solaire accumulée dans l'intérieure du globe depuis un grand nombre de siècles. Mais, l'illustre Fourier, dans son admirable traité de la théorie mathématique de la chaleur, a démontré que, si *la terre avait constamment reçu toute sa chaleur du soleil*, on trouverait, en pénétrant dans sa masse, une température constante pour toutes les époques de l'année; que de plus, cette température solaire des couches inférieures varierait d'un climat à l'autre, mais que, dans chaque pays, elle serait toujours la même, du moins, tant qu'on ne s'enfoncerait pas de quantités fort grandes relativement au rayon du globe. Ces résultats étant en contradiction manifeste avec toutes les observations, on en doit conclure, que l'hypothèse précitée, dont il sont une déduction théorique doit être considérée comme inadmissible.

En soumettant à l'analyse un petit nombre de faits primordiaux résultants d'observations incontestées et confirmées par toutes les expériences, Fourier est parvenu à prouver¹.

1.^o Que la chaleur primitive intérieure ne produit plus à la surface du globe terrestre qu'un effet très-petit équivalent à peine $\frac{1}{50}$ de degré centigrade.

2.^o Que toute la chaleur que le soleil a communiquée au

¹ Voyez les *Annales de Chimie et de Physique*, tome 27, octobre 1824. — Voyez aussi son *Éloge historique*, par M. Arago, *Annales de Chimie et de Physique* pour 1838, tome 67, page 337. — Voyez enfin dans l'*Annuaire des Longitudes* pour 1854, la notice de M. Arago sur l'*État thermométrique du globe terrestre*.

globe terrestre et qui produit la diversité des climats, après s'être accumulée successivement vers les régions équatoriales, jusqu'à une certaine profondeur, s'en éloigne successivement, et va se perdre dans l'espace à travers les contrées polaires.

3.^o Que notre globe, ainsi que le système solaire dont il fait partie, est plongé dans une région de l'univers dont tous les points ont une température commune et constante, déterminée par les rayons de lumière et de chaleur qu'envoient tous les astres environnants; température qui est peu inférieure à celle des régions polaires du globe terrestre.

Le mémoire dans lequel Fourier avait consigné la valeur de cette température des espaces célestes qu'il fixait à -60° et qu'il croyait avoir déterminée à dix degrés près n'a pu être retrouvé après sa mort.

M. Pouillet par des expériences directes qui lui sont propres a trouvé -142° pour cette température sidérale. (*Voir sa Physique*, 5.^e édition). Sans vouloir nous faire juge, dans une question aussi délicate entre deux savants aussi éminents nous sommes cependant porté à penser que la limite de -60 à -70° qui résulte des travaux mathématiques de Fourier, est celle qui nous semble approcher le plus de la vérité. Nous fondons notre opinion sur cette considération que, pendant l'hiver, le pôle boréal de la terre doit éprouver une température superficielle de bien peu supérieure à celle de l'espace dans lequel il est plongé, puisque, pendant cette saison, il ne reçoit plus l'action directe des rayons solaires, et qu'alors, la source unique de chaleur, qui tend à élever sa température, provient du mouvement interne du calorique accumulé dans les couches superficielles et centrales du globe, lequel, tend sans cesse à se dissiper à travers les régions polaires. La chaleur diffuse ne pouvant traverser qu'avec une extrême difficulté, l'épaisse couche de neige et de glace compacte qui recouvre, comme

une immense calotte, toute la zone glaciale, on voit que cette cause de réchauffement, n'aura qu'une action bien minime sur le froid qu'on pourra éprouver à la surface, tandis que les courants existant dans l'air atmosphérique qui enveloppe tout notre globe, agiront avec beaucoup plus d'efficacité.

Par conséquent, quand le temps est calme et serein, la température de la surface du pôle doit peu différer de celle des espaces célestes.

A l'île Melleville, par 74° de latitude nord, le capitaine Parry a observé, en février 1819, une température de -47° centigrades. Au fort Reliance, par $62^{\circ}, 46'$ de latitude nord, le capitaine Bach cherchant à rejoindre le capitaine Roos à éprouvé une température de -56° . On ne peut guère d'après cela, adopter pour le froid extrême du pôle nord une température inférieure à -60° , en sorte qu'en prenant pour celle des espaces planétaires la limite -70° , on sera probablement bien près de sa véritable valeur¹.

Poisson,² tout en admettant que la forme aplatie du sphéroïde terrestre, est une conséquence de sa fluidité primitive qu'il attribue, comme Fourier et Laplace, à une chaleur propre, croit pouvoir conclure, cependant, que toute cette chaleur d'origine s'est perdue depuis longtemps. Pour arriver à cette conclusion, ce grand géomètre suppose, que sous l'influence d'une pression énorme qui, dans l'hypothèse de la terre gazeuse, a dû surpasser cent mille fois la pression atmosphérique actuelle,

¹ Dans nos climats, la température baisse, à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère, d'environ 1° pour 180 mètres. Mais le capitaine Parry, dans son voyage au pôle nord, n'a trouvé aucune variation, à une élévation de 128 mètres au-dessus de la mer gelée sur laquelle se faisait l'expérience, et dont la température était de $-51^{\circ}, 11$ centigrades. (*Bibliothèque universelle de Genève*, pour 1827, tome 36.)

² *Annales de Chimie et de Physique*, tome 64, année 1837.

toutes les couches terrestre se sont successivement réduites à l'état solide, en commençant par les couches centrales, et continuant de proche en proche, jusqu'à ce qu'il ne soit plus resté que les matières qui forment aujourd'hui la mer et notre atmosphère; et c'est, pendant la durée de ce refroidissement, et eu égard à la vitesse presque infinie de ce rayonnement, que les couches de notre globe ont dû perdre toute la chaleur développée pendant leur changement d'état, chaleur qui s'est facilement dissipée à travers les couches supérieures encore à l'état de vapeur : en sorte qu'il n'existe plus à l'époque actuelle, ni depuis bien longtemps, aucune trace de cette quantité de chaleur, quelque grande qu'elle ait pu être.

Renonçant ainsi à la chaleur d'origine, pour expliquer l'élévation de température des lieux profonds, Poisson suppose que deux points de l'espace, pourvu qu'ils soient séparés par une très-grande distance, peuvent avoir des températures très-différentes; supposant alors, ce qui est très-admissible, que le soleil avec tout le système planétaire est entraîné vers une certaine région de l'espace, il en conclut que notre globe a pu successivement traverser des régions alternativement froides et chaudes. Si, par exemple, notre planète s'est mue dans une région dont la température, en un million d'années, a pu passer de $+100^{\circ}$ à -100° et revenir ensuite de -100° à $+100^{\circ}$; si de plus, on admet que cette température est maintenant à son *minimum*, il en doit résulter à l'époque actuelle, un accroissement de la température de la terre, à partir de la surface, à peu près égal à celui que l'on observe. Suivant cette théorie, il y a 5000 siècles, la température de la surface du globe surpassait celle qui a lieu aujourd'hui d'un peu moins de 200° , et il en sera de même quand 5000 siècles se seront encore écoulés, ce qui a rendu et rendrait de nouveau la terre inhabitable à l'espèce

humaine : mais, 500 siècles avant et 500 siècles après l'époque où nous vivons, cette température de la surface n'a excédé et n'excèdera que d'à peu près 5° celle que nous observons.

Le même auteur admet encore, que la température *minimum* de l'espace, loin de s'abaisser à 50 ou 60 degrés au-dessous de zéro, ainsi que Fourier l'avait dit, est tout au plus égale à -13° ; et, convaincu que l'atmosphère à sa limite, pour ne point se dissiper, doit perdre toute sa force élastique, ce qui ne peut avoir lieu qu'autant que sa dernière couche est soumise à un froid capable de la *liquifier*¹, il est amené à lui donner une température excessivement basse et bien inférieure à la température qu'il assigne aux espaces célestes². S'il en était ainsi, on ne voit pas comment un milieu, qui se trouverait entre deux autres possédant une température supérieure à la sienne, pourrait conserver constamment son état calorifique. D'ailleurs, « toutes ces hypothèses, quoique

¹ Pour que l'atmosphère se termine, il faut qu'à sa limite supérieure il ne conserve plus de force élastique. On conçoit très-bien qu'une très-basse température doit contribuer à faire disparaître cette force élastique, mais il est difficile d'admettre que cet état du fluide soit analogue à l'état liquide, du moins si on attache au mot liquide le sens physique par lequel on désigne l'état auquel une basse température et une forte compression amènent la plupart des fluides élastiques. (*Biblioth. univers. pour 1835*, tome 60, page 394).

² L'atmosphère ne peut avoir à sa limite supérieure une température plus basse que celle de l'espace environnant : et même, à cause de l'influence des couches inférieures du globe terrestre, elle devrait avoir une température un peu plus élevée. Mais comme il faut que la température de l'atmosphère, soit assez basse à sa limite supérieure, pour que la force élastique de l'air n'existe plus, on est forcé de donner à l'espace une température beaucoup plus basse que celle qui lui est assignée par Poisson. (*Biblioth. univers.*, tome 60, année 1835, page 443).

« émises par un des plus profonds géomètres de notre époque, « n'ont pu satisfaire ni les physiciens ni les géologues », ¹ et nous pensons avec notre célèbre Arago, jugé si compétent en ces matières, que l'on peut opposer aux vues de l'auteur des objections insurmontables. ² (Voy. *Cosmos*. p. 497.)

C'est sur cette nouvelle théorie de la chaleur, que dans ces derniers temps, certains glacialistes se sont appuyés pour étayer leur système de congélation générale, sans faire attention, cependant, que l'hypothèse de Poisson nous place dans la période de refroidissement et non dans celle du rechauffement, comme cela devrait être, suivant eux. Cette période glacière qui aurait envahi le globe terrestre aussitôt après le dépôt des dernières couches du terrain tertiaire, et qui serait ainsi contemporaine de celle des blocs erratiques, aurait immédiatement précédé celle de l'existence de l'homme. Mais, dans cette hypothèse, le refroidissement et le rechauffement de notre planète auraient dû être graduels et successifs, ce qui aurait exigé un temps beaucoup plus long que celui qui peut être assigné à la durée totale de la période erratique.

D'un autre côté, s'il est vraisemblable comme l'avance Fourier, dans son ouvrage précité, que la température de l'espace n'est pas la même dans les différentes régions de l'univers, attendu qu'il existe dans le monde d'immenses espaces qui paraissent privés d'étoiles, ³ il est à présumer, cependant, que le nombre infini des corps célestes qui peuplent les vastes régions du ciel, doit compenser en partie les iné-

¹ *Cosmos*, page 200.

² Voyez l'analyse et la critique du *Traité de la chaleur*, de Poisson, par M. de Larive, insérées dans la Bibliothèque de Genève, partie des sciences et des arts, pour 1835, tome 59, page 144, et tome 60, pages 270 et 415. — Bocquorel, *Traité de physique*, tome 1, page 164.

³ Herschell, *Traité d'astronomie*.

galités de leurs températures respectives, et rendre l'irradiation générale sensiblement uniforme; et, puisque nos moyens d'exploration sont et seront toujours bornés, rien ne nous dit qu'au delà de ces espaces qui nous semblent entièrement vides, il n'existe pas de nouveaux ciex peuplés d'étoiles et de nébuleuses qui rayonnent du calorique dans tous les sens, et contribuent ainsi à égaliser la température de toutes les régions célestes. Quoiqu'il en soit, les variations, en plus ou en moins, qui peuvent exister dans les températures des différents lieux de l'espace, doivent procéder par voie de continuité et les différences ne sauraient, sans doute, dépasser certaines limites très-restreintes et insuffisantes, pour exercer sur la température de la surface terrestre une action bien sensible, et qui, dans tous les cas, doit être de beaucoup au-dessous de celle qu'on a voulu leur attribuer. Nous reviendrons un peu plus loin sur ces considérations, quand il sera question de la dispersion des blocs erratiques dans tout le nord de l'Europe, sur les pentes du Jura et dans une grande partie de la vallée supérieure du Rhône.

Pour démontrer que le globe terrestre possède une chaleur d'origine qui lui est propre, nous n'avons, jusqu'ici, fait usage que de preuves mathématiques: on pourrait, cependant, arriver au même résultat par des considérations, d'une toute autre nature, tirées des belles recherches faites dans ces dernières années, avec beaucoup de soin, sur la faune et la flore fossile des premiers âges du monde.

Ainsi, de nombreuses observations géologiques nous enseignent que sur toute la surface du globe, depuis l'équateur jusqu'aux régions polaires, la flore houillère se compose uniquement d'espèces de plantes propres aux climats marins des tropiques; en sorte que, l'on peut admettre qu'à cette époque, la chaleur d'origine était suffisante pour donner aux

zones glaciales une température beaucoup plus élevée que celle qu'elles possèdent aujourd'hui¹.

Sans vouloir entrer, pour le moment, dans de plus grands détails sur ce sujet intéressant, nous nous bornerons à ajouter que, si, à partir de cette période géologique, on veut examiner avec attention la liste des plantes et des animaux fossiles qui se sont succédé sur la surface du globe jusqu'à nos jours, on sera convaincu que la terre a été successivement en se refroidissant pour arriver enfin à sa température actuelle; et comme on peut affirmer, d'une manière irrécusable, que la durée du jour n'a pas diminué depuis Hipparque de un centième de seconde, on est en droit d'en conclure que la température moyenne du globe terrestre n'a pas varié de un 170° de degré centigrade depuis 2000 ans.

Avant de passer à l'examen de quelques systèmes cormogoniques modernes, nous résumerons en peu de mots les principaux résultats que l'on peut admettre comme démontrés par l'analyse et l'expérience. Ce petit nombre de vérités et de faits positifs sont ceux auxquels tout système géologique devra satisfaire à l'avenir, pour être admis à prendre rang dans la science.

1.° La densité des couches du sphéroïde terrestre croît de la surface au centre², et la densité moyenne du globe est égale à environ cinq fois et demie celle de l'eau.

2.° Les phénomènes de la pesanteur, observés à la surface de la terre, permettent de conclure qu'elle est formée de

¹ Voyez l'article *terrain houiller* du *Dictionnaire pittoresque d'histoire naturelle*, tome 9, page 363. — L'ouvrage déjà cité de M. de Boucheperon, page 99.

² Voyez l'addition placée à la fin de cette notice.

couches elliptiques disposées symétriquement autour de son centre de gravité ¹.

3.^o La surface de ce sphéroïde, que la mer recouvre en partie, a une figure peu différente de celle qu'elle prendrait en vertu des lois de l'équilibre, si toute sa masse devenait fluide.

4.^o La profondeur des mers n'est qu'une petite fraction de la différence des deux axes de la terre, en sorte qu'un léger abaissement dans leur niveau suffit pour découvrir de vastes continents. On pense généralement que leur profondeur *maximum* ne dépasse pas 5000^m, hauteur des plus hautes montagnes du globe, sauf quelques pics de l'Himalaya dont le plus élevé atteint une altitude de 7821 mètres.

5.^o Les irrégularités de la terre et les causes qui en troublent sa surface, ne pénètrent qu'à une petite profondeur.

6.^o La terre entière a été complètement fluide, et cette fluidité est le résultat d'une chaleur propre d'origine, qui pénètre encore toute la masse interne du globe, et se fait sentir à une très-petite profondeur au-dessous de la surface ².

¹ On satisferait encore aux conditions de l'équilibre, en supposant qu'à l'origine toute la matière terrestre formait une espèce de tourbillon animé d'une force vive de rotation égale à celle de la terre, et dont toutes les particules, d'une ténuité excessive se seraient précipitées peu à peu vers le centre pour s'y consolider. Dans ce cas, les partisans des réactions chimiques pourraient trouver l'origine du feu central dans ce fait bien connu, que certaines substances, telles que le charbon de bourdaine par exemple, sont susceptibles, étant réduites en poudre impalpable, de s'échauffer spontanément jusqu'à l'incandescence. (Voyez le *Mémorial de l'artillerie*, tome 3, page 581).

² On a fait contre cette fluidité intérieure une grave objection, on a dit: si toute la terre a été fluide, et si cette fluidité existe encore à quelques lieues de profondeur, au-dessous de la croûte minérale sur laquelle nous vivons, il devrait en résulter périodiquement, tous les 24

7.^o Les grands axes des orbites planétaires sont invariables. Les révolutions sidérales des planètes, et spécialement, la durée de l'année sidérale, ne subit aucune variation séculaire appréciable.

8.^o Les volcans, les tremblements de terre, les vents, les courants de la mer, etc., n'ont aucune influence sur la durée de la rotation de la terre, en sorte que la durée du jour est un des éléments les plus constants du système du monde.

9.^o La stabilité de l'équilibre des mers ne peut subsister, qu'autant que la densité moyenne de ce fluide est plus petite que celle du sphéroïde qu'elle recouvre.

10.^o Enfin, les points où l'axe de rotation de la terre rencontre sa surface, sont immobiles, ou n'ont subi que des déplacements insensibles; les catastrophes qui ont bouleversé la surface de notre planète, ne prouvent point que l'axe de rotation de la terre se soit déplacé depuis l'époque de son refroidissement.

Nous aurions pu terminer ici notre travail, et considérer l'invariabilité de l'axe des pôles comme démontrée d'une ma-

heures, deux grandes marées qui, à certaines époques de l'année, acquerraient une intensité tellement énergique, que leurs flots briseraient la mince écorce qui les tient emprisonnées, ou causeraient de violents tremblements. Mais on a raisonné par comparaison avec le fluide aqueux qui nous environne, et l'on n'a tenu compte ni de la viscosité, ni de la pesanteur spécifique du fluide igné intérieur, laquelle, dépasse beaucoup celle de l'eau, ce qui doit atténuer singulièrement, l'effet attribué aux attractions réunies du soleil et de la lune. En pleine mer, loin des continents et des îles, la marée totale ne s'élève pas au-delà de quelques décimètres; et, il est probable, que l'action produite sur la masse interne du globe, n'est pas un dixième de celle qu'on observe en plein océan. (Voyez dans les *Lettres sur les révolutions du globe*, par Bertrand, 6.^o édition, les notes 2 et 3).

nière rigoureuse et absolue : mais, comme malgré l'autorité de Laplace qui, en plusieurs endroits de sa mécanique céleste, revient sur ce sujet important, on s'est appuyé sur des considérations différentes et en partie nouvelles, pour adopter une opinion entièrement opposée, et édifier tout un système nouveau de cormogonie qui, au premier abord, paraît très-séduisant, et semble pouvoir expliquer, avec une merveilleuse facilité, tous les faits géologiques connus; nous pensons qu'on nous saura gré d'exposer ici le résultat des recherches auxquelles nous nous sommes livré pour étudier cette nouvelle théorie, afin de savoir si elle tient en effet tout ce qu'elle promet.

M. Elie de Beaumont, dans ses recherches sur quelques-unes des révolutions du globe, a fait voir qu'il existait dix systèmes différents de soulèvements de montagnes qui, depuis, ont été portés à treize¹. Tout le monde sait que l'explication de ces divers soulèvements, est une conséquence naturelle des réactions chimiques existantes dans la masse fluide intérieure, combinées avec l'action du retrait que l'écorce minérale doit éprouver, par suite de son refroidissement. Ce retrait, en effet, tendant sans cesse à diminuer l'étendue de la surface du globe, doit être nécessairement une cause active de dé-

¹ En y comprenant le système du tenare, Bendant, *Cours élémentaire d'histoire naturelle* (Géologie). Dans une note présentée depuis peu à la *Société géologique de France*, notre savant collègue vient de faire connaître quatre nouveaux soulèvements, plus ancien que le *Système des ballons et des collines du Bocage*. — *Bulletin*, 2.^e série, tome 4, page 864. — Voir la *Notice* de M. Elie de Beaumont, sur les douze systèmes principaux de soulèvements, qui a été insérée dans le *Manuel* de Labèche, et dans le 3.^e volume de la 2.^e édition du *Traité de Géognosie*, de Daubuisson, on peut consulter aussi les chapitres 25, 26 et 27 des *Éléments de Géologie*, par Lecoq, tome 2.^e

formation, et comme la figure de la terre se rapproche beaucoup de celle d'une sphère dont l'étendue superficielle est un *minimum* parmi toutes les figures de même volume, on conçoit qu'il doit se former sur sa surface une suite de ridements qui vont en croissant avec le refroidissement de la masse interne. Tant que la couche figée a eu peu d'épaisseur, et qu'elle a pu jouir ainsi d'une certaine flexibilité, les ridements ont été peu prononcés, assez réguliers et contournés en forme d'ondulations, mais dès que la croûte solide eut acquis une épaisseur assez considérable pour résister à la flexion, il a dû se passer un autre ordre de phénomènes. Ainsi, l'action de la chaleur centrale sur cette écorce solidifiée étant, par la suite des siècles, devenue très-faible, cette écorce, en obéissant à l'action de la pesanteur, a dû suivre, en partie, le mouvement de retrait de la matière fluide inférieure, sans changer de surface; et de là, sont résultées une suite de pressions latérales, qui ont dû amener des soulèvements successifs, dans les couches déposées par les eaux, sur cette écorce minérale depuis longtemps refroidie. A ces effets, il faut ajouter l'action des gaz qui en se dégageant successivement des roches ignées, à fur à mesure de leur consolidation, se sont accumulés pendant un temps, plus ou moins long, dans les cavités qui pouvaient exister entre certaines parties de la croûte solide et la surface de la matière encore en fusion. Ces gaz, au moment où leur force expansive a dépassé la résistance de l'enceinte qui les retenait emprisonnés, ont dû agir, avec d'autant plus d'énergie, que cette résistance avait été plus grande, et que l'épaisseur de la croûte solide était plus considérable.

On comprend ainsi, pourquoi les soulèvements ont été d'autant plus violents et plus étendus que l'on s'est éloigné davantage des époques primitives: et puisque les actions in-

érieures s'exercent toujours suivant des normales à la surface, tous les soulèvements ont dû s'effectuer suivant des arcs de grands cercles.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur les applications de cette remarquable théorie qu'on trouvera très-bien développée ailleurs ¹.

M. de Boucheporn, dans ses *Etudes sur l'histoire de la terre et sur les causes des révolutions de sa surface*, ouvrage curieux à plus d'un titre, et rempli de faits et de recherches aussi instructifs qu'intéressants, admet comme tous les géologues actuels, que la figure sphéroïdale de la terre est due à une chaleur d'origine qui a pénétré toute sa masse, et lui a donné une fluidité, sinon complète, au moins assez étendue pour envelopper le noyau central sur une grande épaisseur².

Il suppose, ensuite, que cette masse plongée dans une région relativement froide, a perdu successivement par voie de

¹ Voyez un mémoire de M. Frapoli, *Bulletin de la Société géologique de France*, tome 4, 2.^e série, page 604. — Voyez aussi, le *Manuel de Labèche*, page 665; — La *Géologie* de d'Homalius d'Hulloy; — L'ouvrage de M. de Boucheporn, page 84; — Et le *Traité de Géognosie*, de Daubuisson, 2.^e édition continuée par Buvat, tome 3.^e, pages 362 et suivantes.

² L'existence d'un noyau solide intérieur, suffirait pour modifier sensiblement les lois mathématiques de l'aplatissement, fondées sur l'hypothèse de la fusion complète de toute la masse terrestre. Il est donc peu probable qu'il ait existé, à l'origine, au centre de la masse fluide du globe, un noyau solide qui aurait été alors de forme sphérique. Cependant, Halley et dans ces derniers temps Ampère, ont supposé l'existence d'un tel noyau, pour expliquer les phénomènes magnétiques qui s'observent à la surface de la terre. Seulement, Ampère admettait que ce noyau s'était formé par congélation, postérieurement à la création du globe. Voyez l'exposition de son système de cormogonie, dans la sixième édition des *Lettres sur les révolutions du globe* par A. Bertrand, note 3, page 323.

rayonnement, et pendant une longue suite de siècles, une partie de sa chaleur, d'où est résulté une enveloppe solide, recouvrant une lave encore fluide et incandescente.

Partant de cette hypothèse, il attribue le soulèvement des montagnes et le parallélisme des grandes failles qui existent à la surface de notre planète, à la réaction que cette zone liquide a exercée sur son enveloppe solide, à la suite des divers déplacements que l'axe de rotation terrestre a éprouvés sur la surface de la terre. Ces déplacements, suivant l'auteur, auraient été produits par la rencontre d'un certain nombre de comètes qui, à des époques plus ou moins éloignées, seraient venues rencontrer notre globe et modifier les lois de son équilibre et de sa rotation primitive. Nous reviendrons bientôt sur cette hypothèse qui est la base fondamentale du système de M. de Boucheporn. Mais avant d'entamer cette discussion, nous croyons qu'il ne sera pas inutile d'examiner quelques-unes des objections qu'il a cru devoir faire à la théorie actuelle et de voir ce qu'elles ont de fondé.

Nous ne dirons rien de la comparaison au moins singulière, que l'auteur cherche à établir entre le refroidissement séculaire de la terre, et les modifications essentielles qu'une dessication prolongée amène à la surface d'un fruit, pour démontrer que les ridements ainsi produits dans l'un et l'autre cas, ne peuvent s'opérer suivant des lignes parallèles. Tout le monde comprendra qu'il n'y a aucun point de contact entre ces deux genres de phénomènes, et qu'ils sont au contraire essentiellement différents.¹

Nous aborderons donc de suite la première et principale

¹ Voyez bulletin de la Société géologique, tome 4, 2.^e série, note de la page 629.

objection, que l'auteur oppose au système des ridements par contraction.

« Choisissons, ¹ par exemple, pour point de départ, le
« commencement de la période tertiaire, où les palmiers
« croissaient dans nos latitudes : cela suppose une diminution
« actuelle d'environ 10° de température moyenne. Or, que
« s'est-il opéré dans cet intervalle, relativement aux mouve-
« ments du sol ? le soulèvement des plus hautes chaînes : les
« Pyrénées, les Alpes, le Caucase, l'Atlas, l'Himalaya, les
« Andes ! mettant du reste à part toute considération hypothé-
« tique sur les époques réelles où les *sommets* de ces montagnes
« ont été portés à leur hauteur actuelle, nous aurons toujours
« une limite inférieure incontestable de l'élévation que nous
« cherchons, dans celle où ont été portés les terrains secon-
« daires les plus récents que l'on sait être très élevés dans
« ces chaînes. Comme toutes ces chaînes appartiennent du
« reste à quatre systèmes de soulèvements distincts, on peut
« additionner les nombres relatifs à chacune d'elles, pour
« avoir la somme des plus grandes augmentations qu'a reçues
« le rayon terrestre depuis l'époque crétacée jusqu'à nos
« jours. Cette somme est, comme on peut le conjecturer
« d'après les observations, d'environ 20,000 mètres. Or,
« d'après ce que l'on sait de l'amplitude et du nombre des
« ridements dans les chaînes de montagnes, de leur multipli-
« cité indéfinie dans le sens transversale et dans les chaînes
« parallèles, il est probable qu'il faudrait plus que décupler
« cette hauteur de ridements pour avoir le chiffre du déve-
« loppement circulaire qui lui correspond et qui exprime
« l'étendue linéaire, dont un grand cercle du globe a dû se
« reposer sur lui-même. Contentons-nous de le tripler, ou

¹ Études sur l'histoire de la terre, page 87.

« de porter à 60,000 mètres la réduction du contour de ce
 « grand cercle depuis l'époque que nous considérons ; il est
 « aisé de voir qu'elle indique une diminution de 500,000
 « kilomètres cubes , dans le volume intérieur ou de $\frac{1}{72}$. Cette
 « réduction est par hypothèse , la conséquence d'un abaisse-
 « ment de température de 10° ; pour 1° , ce serait $\frac{1}{720}$. Or,
 « on sait que le coefficient de dilatation absolue du mercure
 « est de $\frac{1}{5550}$, celui du fer de $\frac{1}{22700}$. Il faudrait donc pour que
 « la théorie , fût au niveau des faits , que l'intérieur du globe
 « eût une puissance de contraction , huit fois et demie plus
 « considérable que celle du mercure et trente fois plus que
 « celle du fer à l'éclat solide. »

« Ajoutons que nous avons raisonné comme si l'écorce
 « solide du globe ne se contractait pas elle-même , tandis que
 « les longueurs obtenues n'indiquaient en réalité que la dif-
 « férence de contraction , entre la masse interne et son en-
 « veloppe. »

Si nous avons bien saisi la pensée de l'auteur , nous croyons qu'il faut considérer ce chiffre de 500,000 kil. cubes , comme exprimant le volume des six chaînes de montagnes citées plus haut , en prenant pour base leur plus grande largeur absolue , et pour hauteur leur élévation moyenne , au-dessus du niveau de la mer ; élévation qui probablement ne dépasse pas 2000 mètres.¹ Admettons donc , que le noyau intérieur fluide ne s'est pas contracté , et qu'ainsi , ces six grandes chaînes ne se sont soulevées qu'en vertu de la contraction qui s'est

¹ M. de Humboldt , assigne aux Andes une largeur d'environ 20 à 22 lieues , *Annales de Chimie et de Physique*, tome 3, 1.^{re} série, page 306. Si donc , on prend pour largeur moyenne des six chaînes citées plus haut , 85 kilomètres ; il faut que leur longueur totale soit à peu près de 6000 kilomètres , si on veut que leur volume soit égal à 500000 kilomètres cubes.

effectuée seulement dans toute l'étendue de l'écorce solidifiée. Il faudra évidemment pour avoir le rapport de la contraction, comparer ce volume de 500000 kilomètres cubes au volume total de l'écorce terrestre, volume qui, en ne lui supposant alors que 30 kilomètres d'épaisseur seulement, serait au moins de 13,000,000,000¹ de kilomètres cubes, ce qui donne $\frac{1}{26000}$ pour le coefficient de la contraction cubique totale. Décuplons, si l'on veut, le volume de la contraction et portons-le à 5,000,000 de kilomètres cubes; le rapport sera égal à $\frac{1}{2600}$ pour 10° de refroidissement, ou à $\frac{1}{26000}$ pour un seul degré: mais cette fraction représentant la dilatation cubique de l'écorce minérale, il en faut prendre le $\frac{1}{3}$ pour avoir le coefficient de dilatation linéaire, qui sera ainsi égal, pour un seul degré, à $\frac{1}{78000}$, ou à peu près trois fois et demi moindre que celle du fer.

Il est une considération qui rendra ce rapport encore beaucoup plus petit: l'auteur, en partant de ce fait que la température moyenne de nos latitudes, s'est abaissée d'environ 10° pendant la période tertiaire, admet que cet abaissement est dû tout entier au refroidissement de la surface par voie de rayonnement. Cette conclusion est loin d'être rigoureusement vraie, puisque l'on sait que la température moyenne d'un point de la surface, peut varier de plusieurs degrés par une foule d'autres causes, tels que l'éloignement de la mer, l'exhaussement au-dessus de son niveau, etc; mais enfin, prenons-la pour telle; s'en suit-il que le refroidissement

¹ La surface de la sphère = $4\pi r^2 = 450,000,000$ de kilomètres, en faisant seulement $r = 6,000$ kilomètres. Si on suppose que les deux surfaces intérieures et extérieures de la croûte minérale, sont égales et parallèles, ce qui s'écarte peu de la vérité; et, si leur distance est supposée de 30 kilomètres, on aura pour le volume de cette écorce minérale 12,960,000,000 de kilomètres cubes.

total de toute l'épaisseur de la croûte solide, ne soit que de 10° ?¹ il est bien vrai que la masse interne se refroidit avec une excessive lenteur, à cause du peu de conductibilité des masses minérales pour la chaleur, et qu'ainsi dans l'origine, le globe s'est refroidi plus vite à sa surface que dans son intérieur; mais, tout semble démontrer qu'aujourd'hui, c'est tout le contraire qui a lieu.² Or, si l'on ne peut supposer que le refroidissement de la partie solide de l'écorce minérale qui s'effectue suivant une verticale, suit une progression continue et dont tous les termes sont proportionnels, on ne peut douter cependant qu'en chaque point de cette verticale, l'abaissement total de la température, pendant un temps donné, dépendra en partie du degré de chaleur que possèdera ce point. Ainsi, la chaleur existant à la surface externe étant représentée par 20° , et celle de la surface interne étant égale à 1200° par exemple,³ si à l'extérieur le refroidissement a été de 10° , on n'en conclura pas qu'il doit-être de 600° à l'intérieur: peut-être ne sera-t-il réellement que de 100° ou moins encore; mais enfin, il sera de beaucoup supérieur à 10° , en sorte

¹ En ce moment la surface du globe terrestre ne se refroidit presque plus, et cependant la chaleur interne continue toujours à se dissiper dans l'espace, et à la longue il en résultera sur le diamètre de la terre, une contraction qui pourra amener le soulèvement de quelque nouvelle chaîne de montagnes.

² Voyez le bulletin de la Société Géologique de France, tome 4, 2.^e série, note de la page 615.

³ Cette température de 1200° est très-voisine de celle qu'on assigne au granit qui commence à se ramollir (*Cosmos*, page,). J'ai eu occasion de voir en 1851, dans le département de la Corrèze, un essai de fabrication de briques avec des argiles et du sable provenant de la décomposition des granits, mais cette tentative a échoué dès la première fournée: la chaleur du four a déterminé une demi-fusion et presque toutes les briques se sont déformées, allongées et se sont agglutinées entre elles. Or, la température d'un four à brique, peut-être estimée à environ 1300° ?

que la perte totale de calorique, éprouvée par une tranche verticale s'étendant depuis la surface interne jusqu'à la surface externe de la croûte solide du globe, pourra être supposée égale, en moyenne, à une certaine température toujours supérieure à 10° . Admettons seulement 50° centigrades, nous trouverons, qu'alors, le coefficient de contraction de l'écorce minérale serait, pour un degré, de $\frac{1}{390000}$, ou environ 17 fois plus petit que celui du fer; résultat qui est bien certainement plus approché de la vérité que celui trouvé par M. de Boucheporn.¹

¹ Je ne sais pas réellement à quoi attribuer l'énorme différence qui existe entre les résultats donnés par M. de Boucheporn, et ceux auxquels je suis parvenu. L'auteur dit: « contentons nous de porter à 60,000 mètres, la réduction du contour de ce grand cercle, depuis l'époque que nous considérons ». Faut-il entendre ce passage en ce sens, qu'au commencement de la période tertiaire, un grand cercle de la sphère mesuré au niveau de la mer, avait un développement de 60 kilomètres de plus que le grand cercle actuel mesuré au même niveau; et que, par conséquent, le rayon moyen avait 6010 kilomètres, au lieu de 6000 que nous lui supposons en ce moment, ce qui donne une contraction de 10 kilomètres sur la longueur du rayon terrestre. Dans cette hypothèse, le volume du globe à la fin de la période secondaire aurait été

$\frac{4}{3} \pi. \overline{6010}^3$: il serait aujourd'hui de $\frac{4}{3} \pi. \overline{6000}^3$ et la différence serait de $\frac{4}{3} \pi. (\overline{6010}^3 - \overline{6000}^3) = \frac{4}{3} \pi. (756720000)$ kilomètres. Comparant

ce volume du retrait au volume actuel qui est de $\frac{4}{3} \pi. (216000000000)$ kilomètres, on trouve pour le coefficient cubique de la dilatation $\frac{1}{285}$ environ, d'où résulte $\frac{1}{855}$ pour la dilatation linéaire de 0 à 10° et $\frac{1}{8550}$ pour 1° , mais une contraction aussi considérable dans le rayon terrestre, n'aurait pu avoir lieu qu'en supposant dans toute la masse du globe, un abaissement énorme de température. En admettant, par exemple, un refroidissement moyen, total de 100° seulement, ce qui serait sans doute bien au-dessous de la vérité, on trouverait encore pour coefficient linéaire de dilatation, $\frac{1}{85500}$ pour chaque degré centigrade. Tous ces nombres sont hypothétiques et il est à regretter que M. de Boucheporn n'ait pas donné les éléments de son calcul.

La deuxième objection que l'auteur oppose à la théorie moderne du refroidissement graduel du globe, est relative à la distribution des climats dans les temps anciens. Si l'on veut en effet se rendre compte de leurs variations pendant la durée des différentes périodes géologiques, il faut en conclure qu'à l'époque houillère, par exemple, les climats sur toute la surface du globe étaient identiques, puisque les flores houillères des zones tropicales et glaciales sont tout-à fait semblables. « Supposez, ajoute-t-il, qu'à une époque quelconque et dans les conditions astronomiques du globe, une végétation uniforme a pu se répandre de l'équateur aux pôles, c'est, pendant cette période, anéantir le soleil même; car à lui seul, il produit une différence de 80° qu'aucune végétation connue ne saurait supporter.¹

Cette objection serait parfaitement fondée, si pendant la période houillère, les conditions atmosphériques, avaient été les mêmes qu'aujourd'hui; mais, M. de Boucheporn, d'accord en cela avec tous les botanistes, convient lui-même qu'il n'en était pas ainsi. L'air atmosphérique était à cette époque si reculée de nous, beaucoup plus chargé de

¹ La surface du sol dit M. de Humboldt, (Asie centrale, tome 3, p. 175) : « s'échauffe pendant le jour, par l'action directe des rayons du soleil, « très-communément entre les tropiques jusqu'à 52° , 5. Près des cataractes « de l'Orénoque, j'ai trouvé le sable granitique *blanc*, à gros grains, « couvert d'une belle végétation de graminées et de mélastomes, à 60° , 3 « de température, l'air étant à l'ombre de 29° , 6. » C'est là probablement, la plus haute température que puissent supporter des plantes terrestres; car, si quelques cryptogames exceptionnels se développent dans des eaux thermales dont la température approche de 100° , on sait que généralement, la plupart des végétaux ne peuvent supporter dans l'air une température supérieure à 50° centigrades. L'astronome Nouet, a vu le sable en Égypte, près Philæ, à 67° , 5: mais ce sable était sans doute aride et dépourvu de toute végétation.

gaz étrangers, et l'acide carbonique en particulier, s'y trouvait répandu en bien plus grande abondance.¹ Or, ce gaz si nécessaire à l'alimentation des plantes devait singulièrement activer l'énergie de la végétation, et lui donner une physiologie bien différente de celle que nous lui voyons aujourd'hui. M. de Humboldt, visitant les forêts équinoxiales du continent américain, et remarquant en quelle faible proportion s'y rencontrent les fougères, a donc eu raison de s'écrier, « la végétation houillère n'est donc pas tropicale? » c'est qu'en effet la flore houillère, est, je ne dirai pas semblable ou identique, mais simplement analogue à celle des grandes îles qui composent les nombreux archipels qu'on voit se dessiner sur le contour des régions tropicales du globe terrestre :² c'est là, en effet, qu'on retrouve, quoiqu'avec des dimensions un peu moindres, des fougères en arbre, des lepidodendrons, des équisetacées, des pécoptères, des araucaria, etc.; et des cryptogames vasculaires qui se retrouvent à l'état fossile dans tous les dépôts charbonneux que l'on exploite actuellement sur notre continent.³

¹ Voyez le traité d'électricité et de magnétisme de Becquevel, tome 1, page 433.

² Lecoq, *des climats et des glaciers*, page 437.

³ En 1828, dans son prodrome des végétaux fossiles, M. A. Brougniart, signalait 258 espèces de plantes dans les terrains houillers, classées comme il suit :

		équisetacées	14	}	170	} 258
Cryptogames. . .	{	fougères.	89			
		marsiliacées.	7			
		lycopodiacées.	60			
		Phanérogames .	{	palmiers.	3	
cannées.	1					
indéterminées.	14					
Dycétiledonos. .	{	sigillaria.	41	}	49	
		stigmaria.	8			
Espèces dont la classe est douteuse			21			

Il est donc à présumer que pendant le dépôt du terrain houiller la surface du globe était découpée en nombreux archipels ayant une température propre assez élevée et un climat très-humide éminemment favorable à l'activité de la végétation¹.

Depuis cette époque, on a découvert dans nos houillères quelques conifères, famille qui joue un grand rôle dans les époques subséquentes.

En 1856, M. A. Brougniart, publia une nouvelle liste générale des végétaux fossiles qui avaient été déterminés, il en comptait 327 espèces. Dans la flore fossile, publiée il y a quelques années par M. Göppert, ce chiffre est de 1792 espèces, ainsi réparties :

Roches de transition.....	52	} 1792 espèces.
Terrain Carbonifère.....	819	
— Permien (Murchisson).....	58	
— Triasique.....	86	
— Oolitique.....	234	
— Wealdien.....	46	
— Crétacé.....	62	
— Tertiaire.....	454	}
— Inconnu.....	41	

D'après M. A. Brougniart, (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, tome 21, page 1398) ; la flore houillère se compose de cryptogames vasculaires, fougères, lycopodiacées, équisetacées, ou familles analogues, et de phanerogames gymnospermes, constituant la plupart des familles détruites, voisines des conifères et des cycadées. Les fougères en forment la moitié environ, les lepidodendrées (analogues aux lycopodiacées), près d'un quart. Le reste se rapporte aux conifères et aux familles gymnospermes actuellement détruites, (sigillaria, stigmara, noggerathia, etc.). De tous ces végétaux, on ne retrouve maintenant d'analogues, presque identiques, que quelques fougères qui croissent dans les régions tropicales, et dont plusieurs sont arborescentes. (*Éléments de physique terrestre*, par Becquerel, page 135).

¹ Voyez les articles *terrains* et *terre* du *dictionnaire pittoresque d'Histoire Naturelle*, tome 9.—*Du climat à l'époque de la formation houillère*, par R. Harkness; *Bibliothèque universelle de Genève*, nouvelle série, tome 49, page 358. On trouve dans les mines de houille des fougères de 15 mètres de hauteur et dont les tiges avaient jusqu'à 1 mètre de diamètre.

Il n'est pas d'ailleurs indispensable de supposer qu'à cette époque ancienne, les climats terrestres étaient complètement annulés par l'action générale de la chaleur centrale : il suffit d'admettre que les zones glaciales conservaient encore, pendant la saison hivernale, une température suffisante pour ne pas annihiler entièrement la végétation qui, devait reprendre avec une vigueur et une activité extraordinaire pendant tout le cours de l'été. De pareils phénomènes se présentent encore de nos jours pour une flore différente il est vrai, mais enfin en tout point comparable sous ce rapport à la flore des anciens âges. Nous reviendrons bientôt sur ce sujet intéressant.¹

Supposons avec M. de Beaumont, qu'à l'époque houillère, la terre avait à sa surface une température propre émanant du foyer central, égale à $\frac{1}{3}$ de degré, c'est-à-dire 10 fois plus considérable que celle qu'elle possède aujourd'hui ; il en résultera, suivant les calculs de Fourier, que l'accroissement de la chaleur intérieure qui n'est maintenant que de 1° pour 30 mètres, sera dix fois plus grand, ou de 1° pour 3 mètres.²

Les lycopodiacées qui dans les pays froids et tempérés sont des plantes rampantes s'élevant à peine à un décimètre au-dessus du sol ; et qui même à l'équateur ne montent pas à plus d'un mètre, avaient en Europe dans le monde primitif jusqu'à 20 mètres de hauteur. (*Éloge historique de Fourier*, par M. Arago ; *Annales de Chimie et de Physique*, tome 67, et *Éléments de Géologie*, par d'Homalibus d'Hallo, pages 503 et suivantes.)

Dans l'hémisphère austral, les fougères en arbre et de belles orchidées parasites s'avancent jusqu'au 38.° et 46.° degré de latitude sud, tandis que dans l'hémisphère boréal, les fougères en arbre et les orchidées ne dépassent pas le tropique du cancer. Ces différences tiennent en grande partie à l'influence que le prolongement des terres vers les pôles exerce sur la distribution de la chaleur. (*Asie centrale*, tome 3, page 179.)

¹ Lyell, *principes de Géologie*, tome 1.^{er}, pages 245 et suivantes. — Lecoq, *des Glaciers et des Climats*, page 455.

² Toute hypothèse qui admettrait une température de la surface beaucoup plus considérable pendant le dépôt de la période houillère serait

Dans cette hypothèse , les glaces ne pourront se maintenir sous les pôles , et leur température moyenne deviendra alors égale à zéro ; il n'y aura donc plus de vents glacés du nord pour refroidir les couches d'air qui reposent sur la surface de la terre et des mers , et des courants polaires ne viendront plus abaisser la température des couches inférieures de l'Océan. La masse des eaux conservait donc une température plus élevée et plus uniforme que celle qu'elle possède aujourd'hui , et quand le soleil descendait sous l'horizon , la surface des mers devait se refroidir beaucoup moins , et produire d'abondantes vapeurs qui enveloppaient tout le globe et s'opposaient au rayonnement nocturne de la chaleur. (*Éléments de Physique terrestre*, par Becquerel , pages 134 et suivantes).

Les sources thermales devaient être excessivement nombreuses. Toutes celles qui provenaient d'une profondeur de 30 mètres devaient marquer une augmentation de 10° , et par conséquent , agir avec une grande énergie sur la température du sol à toutes les latitudes ; et puisque l'on convient que l'air atmosphérique renfermait alors beaucoup plus d'acide carbonique , probablement aussi plus d'oxygène et peut-être encore beaucoup d'autres gaz qui ont disparu avec le temps , cette atmosphère devait avoir une plus grande densité , ce qui lui donnait la faculté de condenser la chaleur solaire à un plus haut degré : bien plus , elle devait être chargée d'une grande quantité de vapeur aqueuse , car nous avons déjà montré que

inadmissible , parce que toute végétation aurait cessé sur le globe si l'accroissement avait été seulement dix fois plus rapide encore ou de 10° pour 3 mètres : toutes les sources auraient été bouillantes quand bien même elles ne seraient venues que de 30 mètres de profondeur , l'écorce minérale solide n'aurait eu que 400 à 500 mètres d'épaisseur et n'aurait offert ni la stabilité , ni la permanence si nécessaire à l'établissement de la vie organique.

ces vapeurs devaient se produire avec beaucoup plus d'abondance qu'aujourd'hui, et acquérir, par conséquent, une grande épaisseur, puisqu'il n'existait encore aucune montagne suffisamment élevée, pour conserver sur leurs cimes les plus hautes, des neiges et glaces éternelles capables d'en déterminer la condensation. Toutes ces causes réunies devaient nécessairement s'opposer à toute déperdition de calorique vers les espaces célestes; et puisque cette action si énergique du rayonnement stellaire qui seule, même dans les climats les plus chauds, suffit pendant une nuit sereine, pour faire descendre près du sol, le thermomètre au-dessous de zéro, n'exerçait point alors son influence sur la surface de la terre, on peut en conclure que les plantes qui croissaient à cette époque sur cette surface, n'étaient point soumises, comme cela a lieu actuellement sur nos continents, à des alternatives considérables de chaleur et de froid.

Les considérations qui précèdent sont plus que suffisantes pour nous prouver, que si pendant la période houillère, l'action de la chaleur centrale sur la surface du globe n'était plus assez énergique pour égaliser tous les climats, elle conservait cependant une assez grande influence pour maintenir la chaleur moyenne des régions polaires à zéro. La température de l'air et du sol, ne descendait donc jamais assez bas dans la zone glaciale, même pendant la saison hivernale, pour que la végétation y fût complètement interrompue: ainsi, aucune des plantes qui croissaient alors sous ces climats marins n'éprouvaient un froid capable de les faire périr; et même, il est très-probable, que leur croissance n'était que rallentie: en sorte que, au retour du soleil dans notre hémisphère, la végétation surrexcitée par la chaleur du sol et l'humidité de l'air, reprenait avec une énergie surprenante et dont nous ne pouvons nous faire une idée exacte, qu'en observant ce qui se passe encore

de nos jours, dans des circonstances bien moins favorables, sous les hautes latitudes, pendant la durée si courte des étés de ces froides régions. Un phénomène analogue, quoique produit par une cause différente, a lieu chaque année dans les régions tropicales. Les campos du Brésil, les pampas du Paraguay et les Llanos de l'Orénoque dont le sol est siliceux et très-perméable à l'eau, se dépouillent de toute végétation pendant la sécheresse : mais cette végétation reprend avec une vigueur nouvelle et véritablement luxuriante, au retour de la saison pluvieuse¹.

D'après la théorie de M. de Boucheporn, qui ne veut point admettre que l'état climatérique actuel de notre planète, soit dû principalement au refroidissement graduel du globe, et qui suppose au contraire, une série de révolutions brusques et subites, capables de changer la direction de l'axe de rotation de la terre, et de déplacer les pôles sur sa surface, il faudrait en conclure que les terrains houillers des différentes régions, se sont déposés sur des équateurs successifs, à des époques séparées par plusieurs millions d'années, puisque l'auteur,² évalue à un ou deux millions d'années au moins, l'intervalle entre chaque cataclysme géologique.

Mais, si à l'origine des choses, et dès l'instant que la croûte solide du globe a été assez résistante et assez refroidie, pour permettre à la vie organique de s'y installer, il y a eu des climats chauds et des climats froids; si de hautes montagnes ont

¹ Ces pampas sont habités par de nombreux troupeaux de bœufs et de moutons, et principalement par des troupes de chevaux qui vivent, pour ainsi dire, à l'état sauvage. Voyez l'article *Pampas* du *Dictionnaire pittoresque d'Histoire naturelle* et le chapitre 24 de la *Géographie physique* de Huot; page 152.

² *Études sur l'histoire de la terre*, page 49.

silloné la surface terrestre, dès l'époque des premiers dépôts houillers; et si alors, les pôles étaient déjà recouverts d'une calotte de neige et de glace, on ne voit pas pour quoi les animaux des anciens âges, sont si différents, de ceux qui peuplent aujourd'hui nos îles et nos continents. Si la Providence a, comme le dit l'auteur,¹ grand partisan, des causes finales, « façonné le renne et l'élan pour les plaines de neige, le « chamois pour les glaciers alpestres, l'ours hérissé de four-
« rure pour le froid des montagnes ou les glaçons du nord, le « chameau pour les sables du désert, etc. ». Il y a lieu de s'étonner que ces animaux n'aient pas peuplé le globe, dès qu'il s'est rencontré des circonstances climatériques favorables à leur existence. En supposant même que tous les animaux d'une même période, auraient été détruits à la suite d'un violent cataclysme, causé par le choc d'une comète qui aurait changé l'axe de rotation, et profondément modifié la configuration physique du globe; on ne comprend pas pourquoi il aurait fallu des animaux et des végétaux différents pour repeupler notre terre, dont l'état thermométrique serait resté le même; les climats n'ayant fait que se déplacer sur sa surface.

En admettant, dit encore l'auteur,² « que jusqu'à l'époque « houillère inclusivement, la chaleur interne a été suffisante « pour égaliser les températures solaires, sur la surface du « globe, et uniformiser les climats; » on ne pourrait pas en conclure, que cette uniformité s'est prolongée jusqu'à la période crétacée, et même au-delà, pour expliquer certaines découvertes paléontologiques assez récentes.

En examinant des coquilles fossiles, recueillies dans l'Amé-

¹ Page 8.

² Page 96.

rique Equinoxiale, un savant paléotologue en a trouvé un grand nombre d'espèces, absolument identiques avec celles de notre terrain crétacé inférieur; et de ce fait, très-remarquable d'ailleurs, il a tiré cette conclusion, un peu hasardée selon nous, qu'à l'époque où, se déposait dans nos climats, le calcaire nécomien et le gros vert, il existait une égalité absolue de température, entre l'Europe par 50° de latitude, et la partie équatoriale de l'Amérique; égalité, dont la cause unique, résidait dans l'action de la chaleur centrale originaire du globe.

Il a même poussé cette conséquence beaucoup plus loin encore: et l'observation de faits analogues dans les formations postérieures à la craie, l'a porté à avancer que, « la même
« uniformité, et par une cause semblable, s'est prolongée
« jusqu'à nos jours et jusqu'à la catastrophe qui a envelopé
« d'un manteau de glace les éléphants de Sibérie. De sorte
« qu'à notre époque seule, aurait été réservée cette distinc-
« tion des climats et des latitudes, bien que son principe
« réside dans la forme même de la terre et qu'il ait toujours
« subsisté. »

Certes, si de tels raisonnements étaient une déduction logique et rationnelle de l'hypothèse que nous défendons, ils suffiraient pour la faire rejeter irrévocablement: mais nous ferons voir bientôt, que cette prétendue égalité des climats, sous des latitudes aussi différentes, n'est nullement nécessaire pour expliquer les faits observés.

Mais avant tout, nous croyons devoir rappeler ici, ce fait capital qui domine toute la géologie moderne, savoir: que les animaux de même espèce, ont généralement tous vécu pendant une même période géologique, et que tous, (sauf quelques exceptions applicables aux êtres organisés des tribus inférieures), ont disparu à la suite de chaque grand cataclysme,

pour faire place à de nouvelles générations.¹ Tandis que, si l'on veut admettre la théorie de M. de Boucheporn, il faut en conclure, que les coquilles dont les espèces identiques se rencontrent dans les formations crayeuses par 50° de latitude, et sous l'équateur, ont vécu pendant plusieurs époques géologiques différentes, séparées par un très-grand nombre de siècles. Ainsi, à la suite de chaque mutation de l'axe de rotation de la terre, tous les êtres organisés qui peuplaient la surface, n'auraient pas été détruits : un assez grand nombre d'espèces, auraient survécu et résisté à des commotions aussi violentes et aussi universelles. N'est-ce pas le cas d'ajouter, qu'une hypothèse qui conduit à de telles conclusions doit être, à juste titre, *invinciblement* condamnée.²

Les géologues conviennent bien, il est vrai, que la chaleur intérieure du globe a exercé sur la surface terrestre à l'époque crétacée, une action bien plus énergique qu'aujourd'hui, et que, par suite de l'influence de cette source interne de calorique, les climats de nos latitudes moyennes ont dû éprouver, toutes choses égales d'ailleurs, un accroissement de température, dont il nous serait difficile d'apprécier la valeur absolue : mais ils admettent aussi, que depuis longtemps, la surface du globe était soumise à l'empire de variations climatiques très-considérables, variations qui, comme on sait,

¹ Ceci s'applique particulièrement aux anciennes révolutions du globe, car pour celles qui sont plus modernes, pour celles par exemple qui se sont accomplies pendant et depuis le dépôt des terrains tertiaires, ce principe ainsi généralisé pourrait être contesté.

² Nous croyons utile de faire remarquer que l'auteur, convient lui-même page 4, de son introduction, que chaque révolution géologique du globe, a été suivie d'un état stable et que la vie qui s'était éteinte pour reparaitre sous une autre forme, a conservé cette forme nouvelle, sans modifications notables, pendant toute la durée de la nouvelle période de tranquillité.

dépendent en grande partie de la latitude, et de l'inclinaison de l'axe terrestre sur le plan de son écliptique.

La distribution géographique des mollusques, dans les mers des anciens âges, est encore peu connue : et si l'on veut bien faire attention, que la température moyenne d'un climat prise à une latitude déterminée, peut être modifiée par une foule de circonstances particulières et locales, qui tiennent à la configuration des côtes, à l'élévation, à la proximité et à l'orientation des chaînes de montagnes, à l'étendue des continents et des îles, à la profondeur et à la grandeur des mers, à la direction habituelle des vents, des courants marins polaires et équatoriaux ;¹ on comprendra, que certaines espèces fossiles de la craie, aient pu vivre en même temps, dans certains bassins équatoriaux, et cependant s'avancer jusqu'au 50.^e degré de latitude, sans être en droit d'en conclure que toute cette partie de la surface de la terre, devait jouir d'une température presque uniforme.²

Les mollusques, comme les végétaux et les animaux plus

¹ Les sources thermales qui, pendant la période crayeuse, étaient bien plus nombreuses et plus abondantes qu'aujourd'hui, devaient contribuer à accroître la température du sol et celle des mers, du moins, dans certaines contrées, et permettre à des mollusques de régions chaudes, de vivre sur des rivages favorablement exposés, quoique situés sous des latitudes élevées,

² Les grands courants polaires et équatoriaux qui, comme de larges fleuves, sillonnent les mers sur des étendues considérables et conservent à une certaine profondeur, une température presque constante dans une grande partie de leurs cours, doivent favoriser la dissémination géographique, d'animaux marins d'espèces identiques, sous des latitudes très-différentes. C'est ainsi, que la faune des côtes de Norvège se trouve soumise à l'influence des eaux chaudes du Gulf-Stream. De semblables courants ont dû régner à l'époque des mers crayeuses, et suffiraient seuls, à défaut d'autres causes, pour expliquer l'existence de coquilles de même espèce, sous des latitudes très-éloignées.

avancés dans l'échelle zoologique, peuvent d'ailleurs, ainsi que l'expérience nous le prouve tous les jours, subir d'assez grandes variations de température sans cesser d'exister¹, et l'on a depuis longtemps reconnu que ce n'était pas tant la température moyenne d'un climat qui le rendait inhabitable, à telle ou telle classe d'êtres organisés, mais bien plutôt ses extrêmes de température hivernale ou estivale. Nous trouvons encore de nos jours un grand nombre de coquilles qui vivent sur nos côtes et dans la mer des Antilles, malgré la dissemblance des climats. Pourquoi les anciens âges ne nous offriraient-ils pas des phénomènes analogues?² Il est bon d'ailleurs

¹ Voyez à ce sujet le *Traité de géographie physique*, de Huot, et ce qu'il dit de l'habitation des mollusques en particulier, page 355. Voyez aussi Lyell, *Principes de géologie*, tome 4, page 216, et la *Cosmos*, page 419. — Les agitations de la vague peuvent se faire sentir jusqu'à 198^m, et c'est à peu près le *maximum* de profondeur à laquelle peuvent vivre les animaux fixés au fond, et qui sont obligés d'attendre au passage leur nourriture; *C. R. de l'Académie des sciences*, t. 42, p. 770.

² Sans sortir de France nous voyons l'hélix *aspersa*, qui vit sur les côtes de la Méditerranée, et qu'on rencontre aussi en Algérie, (Cette hélix *aspersa* se rencontre encore au pied du Chimborazo, à Cayenne, à Sainte-Hélène, etc., Lyell, *Principes de géologie*, 4.^e vol., pag. 218.) s'étendre jusque dans le département de la Meuse, par environ 49° de latitude boréale. Voilà donc un mollusque terrestre qui occupe une étendue géographique de plus de 15°, quoique placé dans des conditions beaucoup moins favorables que les mollusques marins ou fluviatiles, pour résister aux intempéries des saisons. Les hélix *hortensis* et *nemoralis* sont plus répandus encore, car on les trouve en Afrique, dans toute la France et une grande partie de l'Allemagne. Mais, ce que je crois digne d'être signalé, c'est que les hélix *aspersa* et *pomatia* semblent s'exclure mutuellement : ainsi cette dernière espèce se rencontre à Thionville, Metz, Verdun, Nancy, Toul, Bourg, Lyon, Vichy, etc., et généralement dans tout l'est de la France; mais, à Valence (Drôme), et à Sainte-Menehould (Marne), on ne trouve plus que l'hélix *aspersa*, qui se propage alors exclusivement dans tous les départements du centre, de l'ouest et du

faire remarquer, quant à l'objet spécial qui nous occupe, que les mers crayeuses ont été en général très-profondes, et qu'il est indispensable, quand on veut tirer des conclusions climatologiques de l'identité des espèces trouvées dans des lieux très-éloignés en latitude, de distinguer les espèces littorales qui vivent à de très-petites profondeurs, de celles dites pélagiques qui, habitant la haute mer, peuvent chercher dans la profondeur de l'Océan une température qui convienne à leur organisation. « C'est ainsi, dit Labèche, ¹ qu'on est « naturellement conduit à se demander, si les êtres que l'on « sait exister dans les eaux des climats tempérés, ne pour- « raient pas vivre sous les tropiques à des profondeurs où « ils trouveraient la même température, tout comme les « plantes qui vivent dans le nord au bord de la mer, peuvent se « retrouver sur les hautes montagnes des zones tempérées. » ²

midi jusqu'à Barège dans les Pyrénées. On serait presque porté à penser que l'hélix pomalia semble éviter les terrains crayeux, et que l'hélix aspersa les affectionne plus spécialement, si l'on osait généraliser des observations faites sur une étendue aussi limitée de la surface du globe.

¹ Recherche sur la partie théorique de la géologie, page 161.

² Voyez les *Principes de géologie*, de M. Lyell, tome 1.^{er}, pages 214 et suivantes; tome 4, page 216.

Dans un travail remarquable sur *Les Molluques et les Radiaires de la mer Égée*, M. E. Forbes, a trouvé que parmi les coquilles qui ont la plus grande étendue en profondeur, un tiers sont des formes de l'Océan des côtes de France et d'Angleterre; et parmi celles qui ne se trouvent que dans quatre des régions de la mer Égée, c'est-à-dire, de zéro à 64^m, un peu plus de $\frac{1}{5}$, seulement, se représente dans les mers britanniques. De ce fait, on peut conclure d'une manière générale, dit M. Forbec, que l'étendue de la distribution d'une espèce, dans le sens vertical ou dans la profondeur, correspond à sa distribution géographique ou horizontale. Deux espèces, seulement, l'*arca lactea* et le *cerythium lima*, sont communes aux huit régions explorées, qui embrassent une profondeur totale de 230 brasses (520 mètres). *Biblioth. univers. de Genève*, vol. 48,

L'enfouissement des éléphants sous les glaces actuelles du Spitzberg et de l'île Melleville, prouve bien qu'il y a eu, à une certaine époque, un changement brusque et subit de température dans cette région du globe, mais il n'est pas nécessaire, pour s'en rendre compte, d'avoir recours à un déplacement des pôles: le soulèvement des grandes chaînes

année 1843, page 405. — *Histoire des progrès de la géologie*, par le vicomte d'Archacs, tome 1.^{er}, page 597.

D'après M. Loven, de Stockholm, il paraît que sur les côtes de Suède les espèces sont disséminées sur un espace vertical encore plus considérable. Le point où finit la vie animale, et qui est bien inférieur à celui où se termine la végétation, n'a pu être atteint: en sorte que ce sont les mollusques carnassiers qui dominent dans les grandes profondeurs. L'observation de M. Forbes, que les espèces des mers plus septentrionales des côtes de l'Angleterre se retrouvent dans la mer Méditerranée, mais à une plus grande profondeur, s'est aussi vérifiée en Suède. Ainsi, des espèces qu'on trouve à Bohuslau, à 80 brasses, se rencontrent à 20 brasses dans le Finmark, et sur cette même côte on trouve dans la région littorale des coquilles qui, dans le sud de la Suède, vivent à la profondeur de 10 à 11 brasses. *Biblioth. univers. de Genève*, nouvelle série, tome 55, page 188.

Ces belles recherches de MM. Forbes et Loven nous prouvent que les mollusques sont susceptibles de vivre à des profondeurs très-variables. On doit penser, en effet, que ces animaux ayant toutes les parties molles de leurs corps pénétrées par un fluide d'une densité peu différente de celle du liquide dans lequel ils se meuvent, peuvent, sans inconvénient, vivre à de grandes profondeurs, sans en éprouver aucune gêne sensible. Ce qui nous incommode le plus, quand nous nous élevons dans l'atmosphère, ce n'est pas précisément la diminution réelle de la pression que supporte notre corps; mais bien plutôt, la différence de densité du milieu dans lequel nous sommes plongés. Or, la compression des liquides étant très-faible, la pesanteur spécifique d'une couche située à 2000^m de profondeur est à peu près la même qu'à la surface. Les mollusques peuvent donc y nager aussi librement, et s'ils ne s'enfoncent pas habituellement jusqu'à ces limites, c'est que leur existence est soumise à d'autres conditions dépendantes de la température, de la lumière et de la facilité de trouver leur nourriture qui les oblige à fréquenter des zones moins profondes.

de montagnes, qui ont causé cette catastrophe, nous semble suffisant pour en donner une explication satisfaisante. La température de la terre à ces hautes latitudes, était loin sans doute d'être aussi élevée qu'on se plait à l'annoncer, car l'éléphant trouvé par M. Adam, à l'embouchure de la Léna, avait sa peau toute couverte de longs poils, qui semblaient destinés à le préserver de la rigueur du climat¹. Il est d'ailleurs prouvé, par l'étude comparative des ossements fossiles des éléphants qui habitaient, jadis, le sol aujourd'hui glacé de la Sibérie, que nos espèces actuelles ne sont pas leurs descendants, mais qu'elles en diffèrent, au contraire, d'une manière toute particulière: en sorte que rien ne s'oppose à ce que l'on admette que, si l'un a été créé pour habiter les climats les plus chauds de notre époque, l'autre ait pu vivre sous les climats tempérés et même froids des anciens âges².

L'existence des éléphants et des rhinocéros fossiles est probablement contemporaine de la période géologique tertiaire *miocène*³, et comme on retrouve de leurs débris enfouis dans les terrains meubles et d'alluvion, qui ont formé le fond d'anciennes vallées, on peut supposer qu'ils ont été victimes de plusieurs révolutions successives, et que le grand cataclysme qui a anéanti toutes ces races antiques, s'est produit pendant la formation du terrain erratique⁴.

¹ Voir l'*Annuaire des longitudes*, page 1832. *Notice scientifique* de M. Arago, page 276.

² Voyez *Les Principes de géologie*, de Lyell, tome 1.^{er}, pages 222 et suivantes.

³ *Des glaciers et des climats*, par Lecoq, page 505.

⁴ Voyez *Recherches sur quelques-unes des révolutions du globe*, etc., par Élie de Baumont; — *Annales des sciences naturelles*, tome 49, pages 95 à 98.

Il est incontestable que tous ces grands herbivores, que tout prouve avoir vécu dans les lieux mêmes où l'on rencontre leurs ossements, n'ont pu habiter que des pays dont la température était suffisamment élevée, pour permettre le développement d'une végétation assez active et assez abondante, pour fournir en toute saison à leur subsistance ;¹ et quoique, tous ces animaux nous paraissent avoir reçu de la nature une organisation et une constitution physique qui, leur permit de supporter des froids assez vifs, il est cependant

¹ Il ne faut pas s'exagérer cependant, l'abondance nécessaire de cette nourriture ; et croire, qu'il soit indispensable que le pays habité par les éléphants soit couvert de vastes forêts, comme cela a lieu dans les Indes. La partie méridionale de l'Afrique, comprise entre le tropique du Capricorne et le cap de Bonne-Espérance, est stérile et déserte, et malgré cela on y rencontre plusieurs espèces de quadrupèdes de la plus grande taille, parmi lesquels on compte un éléphant, cinq espèces de rhinocéros, un hyppopotame, une giraffe, le buffle du cap, l'élan, deux zèbres, le quagga, deux gnous et plusieurs antilopes. Ces animaux se réunissent souvent en grande troupe, quoique le pays ne produise que quelques herbes et quelques buissons dont la hauteur ne dépasse pas 1^m,40. (Lyell, *Principes de géologie*, tome 1.^{er}, page 235).

Des troupes de mammouths et de rhinocéros vivraient difficilement aujourd'hui en Sibérie, dont le sol reste couvert de neige pendant tout l'hiver ; mais il a pu en être autrement dans les temps anciens, et l'on sait, d'ailleurs, que malgré la rigueur excessive du climat sibérien, on trouve des forêts de sapins, de bouleaux, de peupliers et d'aulnes qui s'avancent, en bordant la Léna, jusqu'au 60.^e degré de latitude nord. Dans les molaires du rhinocéros de Wilni, on a trouvé des matières alimentaires parmi lesquelles on a reconnu des feuilles de pin, et la moitié d'un fruit d'une polygonée : ainsi, cet animal vivait avec les feuilles des arbres verts qui croissaient dans les forêts qui lui servaient de refuge et d'abri, comme le renne d'aujourd'hui se nourrit de lichen et de jeunes pousses de végétaux qu'il va chercher jusque sous la neige ; (Voyez Lyell, *Principes de géologie*, tome 1.^{er}, pages 234 et suivantes, et le tome 4, chapitre 6, qui traite de la distribution géographique des espèces. — Voyez aussi Lecoq, *Des climats et des glaciers*, chapitre 24.

difficile de supposer qu'ils pouvaient habiter un climat aussi rigoureux que celui de l'île Melville, située par le 75.^e degré de latitude boréale, et où le thermomètre s'abaisse quelquefois, pendant l'hiver, jusqu'à — 50° centigrades.¹ Ces contrées

¹ Nous avons dit, plus haut, que l'éléphant de la Lénâ avait sa peau, déjà si épaisse, recouverte encore d'une seconde fourrure composée de crins et de poils. On doit donc admettre, comme un fait positif, qu'il était destiné à vivre dans un climat froid; mais, on peut supposer avec M. Robert, (*Bulletin de la Société géologique de France*, tome 2, page 318.) qu'il n'habitait pas en permanence sous les latitudes les plus élevées, et que, par exemple, pendant la saison estivale il pouvait s'avancer jusqu'au 75° degré de latitude boréale, sauf à rétrograder ensuite à mesure que le besoin s'en faisait sentir, vers des régions plus tempérées, où il trouvait une nouvelle végétation qui lui fournissait une nourriture abondante, et où il rencontrait d'épaisses forêts qui lui servaient d'abri pendant l'hiver. Tous les ans le bœuf musqué abandonne ses quartiers d'hiver méridionaux, et traverse la mer sur la glace, pour aller paître pendant quatre mois, de mai à septembre, les riches pâturages de l'île Melville. Le renne aussi émigre deux fois chaque année, au printemps et à l'automne; à la fin de mai il quitte les forêts qui lui servaient d'abri contre le froid de l'hiver, et traverse la Sibérie en grande troupe pour se porter vers le nord, où il trouve de meilleurs pâturages dans les plaines voisines de la mer); *Biblioth. de Genève*, t. 32, année 1841, page 288.) Dans cette hypothèse, l'éléphant de M. Adam, qu'on a supposé avoir été entraîné par les eaux de la Lénâ, jusqu'à son embouchure (latitude 72°), aurait pu y être surpris vivant par un hiver précoce et subit qui l'aurait fait périr, ce qui expliquerait la parfaite conservation de ses chairs. La même observation est applicable au squelette fossile d'un rhinocéros que Pallus a rencontré, en 1771, sur les bords du Vilhoni (latitude 64°), à quelques pieds de profondeur seulement, et dont la conservation était si parfaite, qu'il était également recouvert de ses chairs et de sa peau. (Voyez l'explication qu'en donne M. de Humboldt, *Fragments asiatiques*, page 392). Nous devons seulement ajouter ici que le sol actuel en Sibérie est entièrement gelé, même en été, à cinq ou six pieds de profondeur, sur une épaisseur qui dépasse souvent neuf pieds, par 62° de latitude boréale. *Frag. asiatique*, p. 387.

M. Barer, (*Sur les terrains glacés de l'Amérique du nord*, par Richardson, *Biblioth. univ. de Genève*, tome 32, année 1841, p. 203),

si froides seraient en effet incapables de produire une végétation assez abondante pour nourrir les troupes nombreuses de grands pachidermes, qui devaient peupler jadis ces lieux aujourd'hui presque déserts.

Il faut donc, de toute nécessité, admettre que dans ces temps anciens, la température de ces lieux n'était pas aussi rigoureuse qu'elle l'est maintenant. Cependant, si l'on suppose qu'à la fin de la période tertiaire, la température moyenne du sol parisien par 48° , $50'$, était alors d'environ 21 à 22° , et si l'on veut attribuer cet accroissement de 11° ,

a remarqué que plus on s'avance vers l'est de la Sibérie, plus aussi la limite à laquelle on trouve le sol à un état glacé perpétuel, s'étend au sud. En Laponie on ne l'a rencontrée que dans les montagnes, et il ne paraît pas exister aux environs d'Archangel, ni à Tobolsk, par 58° de latitude nord. M. de Humboldt a trouvé, il est vrai, de la glace en été à 2^{m} au-dessous de la surface du sol, à Boguslowk, par 59° , $45'$ de latitude boréale, au pied des monts Ourals, mais cette localité est très-élevée. A Beresov, par 64° latitude nord, on a trouvé, en 1821, un cadavre qui était enterré depuis 92 ans dans une couche glacée, et qui ne montrait aucune trace de décomposition. Il paraît que les parties basses de cette contrée ne dégèlent jamais, de sorte que Beresov est probablement très-près de la limite des terrains glacés perpétuels. Plus à l'est, ce sol glacé s'étend beaucoup plus au sud; ainsi, près du lac Baikal (latitude nord, 52° et longitude est 106°), la glace dure toute l'année. Dans le district de Nertschinsk (latitude 52°), le sol dégèle en été à la profondeur de un à 9 pieds, selon l'exposition au soleil; mais au-dessous, le sol a été trouvé glacé jusqu'à 42 pieds de profondeur. Dans un cas, le capitaine Frehse après avoir creusé à 6 pieds de profondeur, dans un sol glacé, parvint à une couche de glace pure, de deux pieds et demi d'épaisseur, et qui contenait des blocs de diverses roches. Il est inutile, je crois, de faire remarquer que dès qu'on a dépassé la couche glacée qui représente la température moyenne de l'atmosphère, dans ces climats rigoureux, l'on retrouve au fond des puits des couches libres de glace, et dont la température va en augmentant à mesure que l'on s'enfonce davantage.

à la seule action de la chaleur centrale, nous pourrions en conclure, que l'île Melville jouissait à cette époque, d'un climat plus tempéré et dont la température moyenne annuelle pouvait être de -5 à -6° , tandis qu'elle est aujourd'hui de -18 degrés. Mais la température moyenne de l'hiver, qui, dans cette île est maintenant de -33 degrés, aurait encore été d'environ -20° à -22° , et c'est un froid bien rigoureux pour des mammifères herbivores d'une aussi grande taille que les rhinocéros et les éléphants. Il faut donc supposer que d'autres causes ont pu contribuer à rendre plus doux et plus tempérés les climats de la zone glaciaire arctique. Les phénomènes, dont l'influence peut ainsi modifier les températures locales de certaines parties de la surface du globe, seront toujours d'une appréciation difficile, et nous ne pouvons guère nous en faire une idée juste et raisonnable, qu'en cherchant à démêler les causes, encore obscures et cachées, qui contribuent à modifier si profondément, le long des mêmes parallèles, nos climats actuels¹.

Ces causes qui sont nombreuses², et dépendent en grande partie de la constitution physique du globe, de son orographie, et de l'articulation plus ou moins prononcée des continents et des îles, ont une telle influence sur la distribution de la température climatérique des différentes parties de la surface terrestre,³ que l'on rencontre à chaque pas des

¹ Voyez le chapitre 7 du tome 1.^{er}, des *Principes de géologie*, par Lyell, pages 236 à 312.

² Voir *Cosmos*, page 380. Voyez aussi la *Géographie* de Mallebrum, tome 3, page 70, de la 3.^e édition. — *Asie centrale*, tome 3, page 91, et *Éléments de physique terrestre*, par Bocquerel, page 179.

³ Des diverses causes qui ont donné lieu aux modifications du climat; Lyell, *Principes de géologie*, tome 1.^{er}, chapitre 7, page 236. — *Manuel de Labèche*, pages 8 et suivantes. — *Géographie physique* de Lamouroux, page 306.

anomalies véritablement surprenantes : par exemple, Pékin, situé sur la côte orientale de l'Asie, (latit 39° , $54'$), possède une température moyenne annuelle de 11° , $3'$, moindre de 5° que celle de Naples qui est cependant un peu plus septentrionale, (Lat. 40° , $50'$).

A Pékin, la moyenne température de l'hiver est 3° , 3 au-dessous de zéro, et à Paris, dont la latitude est de 48° $50'$, elle est de 3° , 3 au-dessus de zéro.

Les hivers à Pékin sont même en moyenne de 2° et demi plus froids que ceux de Copenhague, quoique cette dernière ville soit située à 17° plus au nord.

Tout le monde sait qu'il existe une différence marquée entre les températures moyennes annuelles des côtes orientales et occidentales du nord de l'Amérique. Ainsi, Nain, dans le Labrador (lat. 57° $10'$), a une température moyenne de -3° , 8 , tandis que celle de Neu-Archangel situé sur la côte nord-ouest de l'Amérique-Russe (lat. 57° $3'$) est de $+6^{\circ}$, 9 . La température moyenne de l'été est à peine de 6° , 2 dans le premier endroit, elle est de 13° , 8 dans le second.

La masse énorme des eaux de l'océan ne suit les variations de température de l'atmosphère qu'avec une extrême lenteur, en sorte que la mer doit servir à égaliser les températures en modérant à la fois la rigueur des hivers et la chaleur des étés. De là résulte, dans l'état climatérique actuel du globe, suivant M. de Humboldt², « une opposition importante entre
« le climat des îles ou des côtes, propres à tous les conti-
« nents articulés, riches en péninsules et en golfes, et le
« climat de l'intérieur d'une grande masse compacte de terre
« ferme. Dans l'intérieur de l'Asie, Tobolsk (lat. 58° $12'$),
« Barnaul sur l'Obi (lat. 53° $20'$) et Irkoutsk (lat. 52° $16'$),

² *Cosmos*, page 384.

« ont les mêmes étés que Berlin (lat. $52^{\circ} 31'$), Munster
 « (lat. $51^{\circ} 58'$) et Cherbourg (lat. $49^{\circ} 58'$); mais à ces étés
 « succèdent des hivers dont l'effrayante température moyenne
 « est de -18° à -20° . Pendant les mois d'été on voit le
 « thermomètre se maintenir des semaines entières à $+30^{\circ}$
 « et $+31^{\circ}$. Jamais, dans aucune partie du monde, pas
 « même dans le midi de la France, en Espagne ou aux
 « îles Canaries, je n'ai trouvé d'aussi bons fruits et surtout
 « d'aussi belles grappes de raisin qu'aux environs d'Astrakhan,
 « sur les bords de la mer Caspienne (lat. $46^{\circ} 21'$). La tem-
 « pérature moyenne de l'année y est d'environ 9° ; celle de
 « l'été monte à $21^{\circ},2$, comme à Bordeaux; mais en hiver,
 « le thermomètre y descend à 25 et à 30° au-dessous de zéro.
 « Il en est de même à Kislär, sur l'embouchure du Téreck,
 « quoique cette dernière ville soit encore plus méridionale
 « qu'Astrakhan (par les latitudes d'Avignon et de Rimini). »

Cette différence entre les climats marins et continentaux est encore mise en plus grande évidence dans le passage suivant que nous empruntons à l'*Asie centrale*¹.

« Dans le N.-E. de l'Irlande, sur les côtes de Glenarm
 « lat. $54^{\circ} 56'$), situées sous le parallèle de Kœnisberg en
 « Prusse, le myrte végète avec la même force qu'en Portu-
 « gal². Il y gèle à peine en hiver, et cependant les chaleurs

¹ *Asie centrale*, tome 3.^e, page 147.

² Il est encore important de remarquer que dans deux climats qui paraissent peu différer entre eux, d'après les indications d'un thermomètre suspendu à l'ombre, l'état habituellement serein ou nébuleux du ciel peut influencer considérablement sur les productions végétales, au point de hâter ou d'arrêter la maturation. Ainsi, il ne suffit pas, pour que la vigne mûrisse que la chaleur moyenne annuelle dépasse 9° et demi, il faut encore qu'une température moyenne d'hiver supérieure à $+0^{\circ},5$ soit suivie d'une température moyenne estivale d'au moins $+18^{\circ}$.

« de l'été ne suffisent pas pour mûrir le raisin. Le mois
 « d'août qui dans l'est de l'Europe, par exemple, en Hongrie
 « est de 21° , n'atteint à Dublin (sur la même bande isotherme
 « de $9^{\circ}\frac{1}{2}$ à 10°) que 16° . Au contraire, le mois de janvier
 « qui en Hongrie est de -2° , et encore en Lombardie, sur
 « la bande isotherme de Padoue, Pavie et Milan ($12^{\circ},5$ à
 « $12^{\circ},8$), à peine au-dessus de $+1^{\circ}$, atteint en Irlande, à
 « Dublin (par une température annuelle de $9^{\circ},5$), $+4^{\circ},3$.
 « Les mares et les petits lacs des îles Færoé ne se couvrent
 « pas de glace pendant l'hiver, malgré leur latitude de 62° .
 « Les températures moyennes hivernales y sont de $+4^{\circ},3$,
 « et les estivales à peine 12° ou 13° . »

En Angleterre, sur les côtes gracieuses du Devonshire, les myrtes et les camélias japonica passent l'hiver sans abri en pleine terre. A Salcombe, surnommé le Montpellier du nord, à cause de la douceur de son climat, l'*agave mexicana* fleurit en pleine terre, et on y a vu des orangers en espalier, à peine abrités par quelques nattes, rapporter des fruits. Ces exemples sont plus que suffisants pour montrer l'influence du voisinage de la mer pour rendre les climats moins excessifs, et ils doivent nous rendre plus circonspects quand nous voulons comparer, sous des latitudes semblables, les productions organiques des anciens âges afin d'en tirer des inductions géologiques.

« L'Europe, dit encore M. de Humboldt,¹ doit la douceur
 « de son climat à sa configuration richement articulée, à
 « l'océan qui baigne les côtes occidentales de l'ancien monde,
 « à la mer libre de glaces qui la sépare des régions polaires,
 « et surtout à l'existence et à la situation géographique du
 « continent africain, dont les régions intertropicales rayon-

¹ *Cosmos*, page 389.

« nent abondamment et provoquent l'ascension d'un immense
« courant d'air chaud, tandis que les régions placées au sud
« de l'Asie sont en grande partie océaniques. L'Europe de-
« viendrait plus froide, si l'Afrique était submergée, si la
« fabuleuse Atlantide, sortant du sein de l'océan, venait join-
« dre l'Europe à l'Amérique; si les eaux chaudes du Gulf-
« stream ne se déversaient point dans les mers du nord, ou
« si une nouvelle terre soulevée par les forces volcaniques,
« s'intercalait entre la péninsule scandinave et le Spitzberg.
« A mesure que l'on avance de l'ouest à l'est, en parcourant,
« sur un même parallèle de latitude, la France, l'Allemagne,
« la Pologne, la Russie, jusqu'à la chaîne des monts Ourals,
« on voit les températures moyennes de l'année suivre une série
« décroissante; mais aussi, au fur et à mesure que l'on pénètre
« ainsi dans l'intérieur des terres, la forme des continents
« devient de plus en plus compacte; sa largeur augmente,
« l'influence de la mer diminue, celle des vents d'ouest de-
« vient moins sensible: c'est là qu'il faut chercher la raison
« principale de l'abaissement progressif de la température.
« Déjà même dans les régions situées au-delà de l'Ourals,
« les vents d'ouest sont devenus des vents de terre. Au lieu
« de réchauffer, ils refroidissent ces pays, lorsqu'ils y par-
« viennent après avoir soufflé sur de grandes étendues de
« terres glacées et couvertes de neige. La rigueur du climat,
« dans l'ouest de la Sibérie, est un effet de ces causes gé-
« nérales; elle est due à la configuration de la terre ferme,
« et à la nature des courants atmosphériques, mais non,
« quoiqu'en aient dit Hippocrate, Trogne-Pompée, et même
« plus d'un voyageur du 18.^e siècle, à une grande hauteur
« du sol au-dessus du niveau de la mer. »

Le grand soulèvement de la chaîne du petit Altaï que M. de Boucheporn, regarde comme contemporain du terrain tertiaire

supérieur et des blocs erratiques du nord de l'amérique, (voir page 343), et qui, par conséquent, se serait effectué à la fin de la période *miocène*, a dû très-probablement amener des changements considérables dans la configuration des continents situés vers le nord de l'europe, et par suite, occasionner de grandes perturbations dans les climats de ces régions. Cette subite catastrophe a pu faire périr en partie seulement, la race nombreuse des Eléphants et des Rhinocéros, qui vivaient à cette époque au nord de cette grande chaîne entre les 50 et 75° de latitude boréale. Puis enfin, l'apparition de la chaîne occidentale de l'Hymalaya contemporaine du diluvium et du terrain quarternaire, donnant à cette partie du globe sa configuration actuelle aurait achevé d'anéantir tout ce qui aurait survécu à la première révolution.¹ Ces hypothèses, qui auraient besoin d'être appuyées sur un grand nombre d'observations faites sur les lieux mêmes, n'ont cependant rien qui doive surprendre, car on conçoit aisément que de semblables bouleversements ont pu amener la destruction de toutes les grandes races d'animaux, qui habitaient jadis les régions

¹ On pourrait cependant supposer avec vraisemblance, qu'un très-petit nombre de ces animaux auraient pu échapper momentanément à la destruction pour périr bientôt après, sous l'influence d'un froid rigoureux, qui par suite d'un changement de climat aurait envahi les régions actuelles du nord. Il est bien évident, en effet, qu'un cadavre tout entier comme celui qu'Adam a rencontré, n'aurait pu conserver ses chairs et sa peau sans corruption, s'il n'avait été enveloppé immédiatement après sa mort par les glaces qui nous l'ont conservé; en sorte que, toute hypothèse fondée seulement sur le refroidissement graduel de la terre ou sur une variation dans l'inclinaison de l'axe du globe doit être rejetée, car jamais la température n'aurait pu changer assez subitement pour envelopper en temps utile, les cadavres des Mammouth de la Sibérie et les soustraire à la décomposition putride; (voyez la *Notice scientifique* de M. Arago, insérée dans l'*Annuaire des longitudes*, pour 1832, page 272).

occupées aujourd'hui par les Steppes glacés de la Sibérie, et cet anéantissement a été d'autant plus facile, que l'apparition presque instantanée de chaînes de montagnes, aussi élevées et aussi étendues, a dû produire d'énormes déplacements dans le lit de l'Océan et occasionner des soulèvements tumultueux au sein des mers, dont les flots ont balayé et détruit tous ce qui habitait les vallées et les plaines basses des anciens continents.¹ Le soulèvement de la chaîne de l'Atlas et celui des Alpes principales, qui a eu lieu vers la même époque, expliquerait la dispersion des nombreux débris d'éléphants, qu'on trouve enfouis sous les alluvions et les terrains de transport de toutes les grandes vallées que sillonnent aujourd'hui les fleuves de l'Europe centrale.²

¹ L'apparition d'une grande chaîne de montagnes a pu faire surgir un vaste continent, là, où existaient des mers plus ou moins profondes et de nombreux archipels, et transformer ainsi, un climat hyvernal relativement doux, en un climat excessif: ce qui a suffi déjà, pour faire périr toutes les plantes et tous les animaux auxquels ce climat excessif ne pouvait convenir; car suivant la remarque de M. de Humboldt, ce sont bien plutôt les moyennes d'hiver et d'été qui influent sur la vie, que la moyenne générale de l'année. Mais ce ne sont pas seulement les conditions climatiques superficielles qui ont été changées par le soulèvement d'une grande chaîne de montagnes, les conditions physiques propres à l'existence des êtres organisés ont pu aussi être profondément modifiées. Ainsi, les mers ont pu être affectées dans leur composition chimique et dans leur température par de nombreuses sources d'eaux thermales; l'air a pu aussi éprouver des modifications importantes par l'expansion de gaz nouveaux, qui l'ont rendu propre à la respiration de telle espèce animale ou végétale, et impropre à l'existence de telle autre espèce: par exemple, la végétation houillère, qui a été si active, si énergique et si remarquable par la grandeur des espèces qu'elle a produites, n'a pas eu seulement pour véhicule une température plus élevée, mais elle s'est, comme nous l'avons déjà dit, développée dans une atmosphère plus dense, plus humide et plus chargée d'acide carbonique que notre atmosphère actuel.

² On retrouve des ossements fossiles de grands animaux, analogues à

De tout ce qui précède, on peut, nous le pensons du moins, conclure avec toute certitude, que pour expliquer certains phénomènes géologiques des anciens âges, il n'est pas indispensable, tout en admettant le refroidissement graduel du globe, de supposer que la chaleur centrale a toujours conservé sur la température de la surface, une influence prédominante. Nous venons de démontrer en effet, que les climats astronomiques avaient dû éprouver des modifications importantes par le concours simultané d'une foule de causes, soit générales, soit particulières qui, elles-mêmes, dépendent essentiellement de la constitution physique de la terre à chacune des époques que l'on considère. Mais nous dira-t-on, la météorologie et la physique du globe, sont deux sciences toutes modernes, encore peu avancées et en grande partie conjecturales; et quoique depuis quelques années on leur ait fait faire de grands progrès, il est encore cependant bien des faits qui sont restés sans solution. Ainsi, nous ne connaissons encore, qu'en partie du moins, les vraies causes qui font que, les lignes isothermes s'infléchissent sur certains méridiens et se portent vers le pôle arctique à mesure qu'on s'éloigne des régions tropicales.¹ Nous

ceux des tropiques, au milieu des sables aurifères sur le dos de l'Oural. Dans les Andes, sur les plateaux du Mexique, de Cundinamarca (près Begota), de Quito et du Chili, on découvre des ossements fossiles de mastodontes à 2400 et 3000 mètres de hauteur; ce qui prouve que ces deux chaînes ont été soulevées à une époque très-récente. (Humboldt, *fragment asiatique*, p. 381.

¹ Quand on jette les yeux sur une carte générale du globe, sur laquelle on a tracé d'après l'atlas de Berghaus, publié à Gotha, en 1838, les lignes isothermes de 5 en 5°, on voit avec surprise que dans notre hémisphère, certaines de ces lignes, s'infléchissent vers le nord de près de 20° en latitude, et l'on ne peut méconnaître alors, l'influence énorme qu'exercent les continents sur leur direction. Mais, ce qui étonne encore d'avantage, c'est que les points les plus froids du globe, ne sont pas placés aux pôles même,

ne savons même pas, si la convexité et la position de ces lignes d'égales températures annuelles, ne changeront pas, avec le temps, sur la surface du globe. M. Arago, a démontré (*Annuaire des longitudes, pour 1834, page 228*), que depuis deux siècles, les étés ont perdu en France et en Angleterre, une partie notable de leur chaleur. Il attribue ce résultat à la seule influence du déboisement et du dessèchement des lacs, des étangs et des nombreux marécages, qui couvraient encore au 16.^e siècle, le sol de la France et de la grande Bretagne; et, pour appuyer sa démonstration, il montre que des modifications semblables et bien plus prononcées, se sont effectuées presque sous nos yeux, dans les climats de l'Amérique du nord, par suite du défrichement des forêts; or, si des changements aussi minimes, opérés à la surface de quelques pays, ont suffi pour amener dans un temps très-court, des variations aussi sensibles dans les températures de ces régions, n'est-on pas en droit d'en conclure que les grandes révolutions qui, à plusieurs reprises, ont

et qu'il existe pour l'hémisphère boréal, deux pôles de froid, situés d'après M. Berghaus.

Le 1. ^{er} par long. E de Paris.....	118°
Lat. N.....	79°, 30'
Température moyenne.....	— 19°, 7'
Le 2. ^e par long. O.....	92°
Lat. N.....	78°
Température moyenne.....	— 17°, 2'

On ne sait rien encore de bien précis sur la position et la température du pôle froid de l'hémisphère austral. On présume cependant que le point le plus froid de cet hémisphère, est situé sur le même méridien que celui de l'hémisphère boréal, et du même côté de l'axe de la terre. Tous ces faits sont encore inexplicables, ils le seront peut-être un jour, mais en cela comme en tant d'autres choses il faut savoir attendre. Voyez *Recherche sur les glaciers, les glaces flottantes et les dépôts erratiques*, par J. Grauge, page 49.

changé la configuration des continents et des mers, ainsi que la hauteur et la direction des grandes chaînes de montagnes, ont dû nécessairement, modifier profondément la nature des climats, sur une grande partie de la surface de notre planète.¹

La théorie du déplacement des pôles de rotation, au moyen de laquelle on veut expliquer tous les soulèvements et toutes les révolutions générales qui se sont effectuées sur notre globe, a été longuement exposée dans le sixième chapitre des études sur l'histoire de la terre. Comme il serait difficile d'en donner ici un exposé sommaire, nous nous bornerons à dire que, d'après l'auteur, toutes nos grandes chaînes de montagnes, sont les restes d'anciens équateurs produits par des déplacements successifs de l'axe de rotation : déplacements occasionnés par le choc d'autant de comètes qui, à diverses époques, ont rencontré notre planète. Pour mettre en évidence la possibilité de telles rencontres, il a recours au calcul des probabilités. Il trouve qu'en supposant seulement dix passages annuels de comètes, à travers notre système planétaire, il y a probabilité pour qu'il y ait une rencontre tous les trois millions d'années. « Ce qui rentre, ajoute-t-il, avec une « exactitude étonnante dans les limites d'étendue que nous « avons assignés moyennement, au divers âges du globe; « étendue qui, ne pouvant descendre beaucoup au-dessous « de deux millions d'années, peut toute fois s'élever encore « au-dessus.²»

¹ Dans un mémoire publié récemment dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, tome 27, page 333. M. Dureau de Lamalle a prouvé que depuis 2000 ans, le climat moyen de l'Italie du nord et celui de Rome, n'a éprouvé aucun changement notable, puisque les récoltes s'y font aujourd'hui aux mêmes époques qu'autrefois, ce qui prouve que depuis la période actuelle, les modifications climatiques que l'on a pu observer jusqu'ici, en France, sont dues à des causes tout à fait locales.

² Voir dans l'ouvrage cité, le chapitre 1.^{er}, intitulé *des terrains et des*

Halley, célèbre physicien et astronome anglais, voulant expliquer pourquoi les régions septentrionales de l'Amérique sont, à parité de latitude, plus froides que celles de l'Europe, supposait qu'une comète avait jadis, obliquement choqué la terre et transporté plus à l'orient le pôle nord qui, primitivement, se trouvait très voisin de la baie d'Hudson; mais les contrées qu'il venait d'abandonner, avaient été si longtemps et si profondément gelées, qu'il y reste encore aujourd'hui des traces évidentes de cet ancien froid polaire. Cette théorie qui pouvait paraître plausible du temps de Halley, est aujourd'hui inadmissible; car s'il est vrai, à égalité de latitude, que la côte orientale de l'Amérique septentrionale soit plus froide que la côte occidentale de l'Europe, cette dissemblance disparaît entièrement, quand on prend pour terme de comparaison

temps, pages, 22, 56 et 49. Dans sa *Notice scientifique sur les comètes*, insérée dans l'*Annuaire des longitudes*, pour 1832, M. Arago, admet qu'il n'est pas impossible qu'une comète vienne rencontrer la terre ou toute autre planète. En supposant, ce qui est bien au-dessous de la vérité, que le diamètre du noyau cométaire soit égal au quart de celui de la terre, le calcul des probabilités montre qu'il y a 281 millions à parier contre un, que ces deux corps ne se rencontreront pas. Le nombre des comètes aperçues jusqu'à ce jour, est assez considérable, il dépasse 700, et un très-grand nombre, soit à cause de leur petitesse, soit parce qu'elle ne se montrent que le jour sur notre horizon, échappent à nos lunettes. Il est vrai qu'alors elles sont peu à craindre. Si l'on admet, cependant, que 100 seulement de ces comètes sont susceptibles de venir heurter la terre, on trouvera que, pour 100 passages au périhélie, les chances favorables, pour qu'il n'y ait pas de collision, ne seront plus que 2810 000: et, si l'on veut faire entrer la considération du temps, on arrivera à une probabilité de rencontre beaucoup plus grande. Voyez l'excellent mémoire de M. Olbers, sur la possibilité de la rencontre d'une comète avec la terre, bibliothèque universelle de Genève, année 1828, tome 38.

¹ Voyez dans l'*Annuaire de 1832 la Notice scientifique* de M. Arago, sur les comètes en général, page 278.

la côte occidentale de l'Amérique, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer un peu plus haut.

Buffon¹, dans sa théorie de la terre, a fait aussi intervenir le choc d'une comète pour le besoin de ses théories cosmogoniques.

Il suppose, pour expliquer la formation des planètes et de leurs satellites, qu'une comète, tombant sur le soleil et rasant sa surface, en a chassé un torrent de matière², qui s'est réunie au loin, en divers globes plus ou moins grands et plus ou moins éloignés de cet astre. Mais, Laplace³ a fait voir, que cette manière d'envisager la question était inadmissible, attendu, que tout corps solide qui en vertu des forces centrales, se meut dans un orbe rentrant autour du soleil et qui rase une première fois sa surface, y reviendra constamment à chacune de ses révolutions. Si donc, l'hypothèse de Buffon était vraie, toutes les planètes viendraient à chaque révolution, raser la surface du soleil, ou du moins, s'en rapprocheraient tellement, que leurs orbes loin d'être presque circulaires, seraient au contraire fort excentriques⁴.

¹ Du temps de Buffon, on croyait que la densité des comètes devait être considérable. Celle de 1680, par exemple, qui passa si près du soleil aurait été, d'après les calculs de ce grand naturaliste, 112 mille fois plus pesante que le soleil. (*Lettres sur les révolutions du globe*, par Bertrand, 6.^e édition, page 20.)

² Il est à remarquer dans l'intérêt de cette théorie, que l'ensemble de toutes les planètes et de leurs satellites, ne forme pas la $\frac{1}{8000}$ partie de la masse totale du soleil.

³ Voir son *Système du monde*, 2.^e vol., page 431.

⁴ Les personnes qui prétendent infirmer les calculs de Laplace, en disant qu'ils ne conviennent pas au cas, où les planètes ainsi formées, se seraient mues, non dans le vide, mais dans une immense nébulosité qui entourait alors le soleil, ont sans doute oublié, que la résistance de cette nébulosité, aurait eu pour effet de retarder sans cesse le mouvement de translation, et que peu de temps après avoir été détachées du soleil, ces planètes seraient

D'un autre côté, il n'y aurait aucun rapport de similitude, entre la direction du mouvement de translation et celui de rotation des planètes. Ainsi, la terre aurait pu tourner d'orient en occident, et son mouvement de translation s'effectuer d'occident en orient. Il en serait de même pour les mouvements des satellites, dont la direction ne serait pas nécessairement la même que celle du mouvement de translation de la planète. (Voir le *Système du monde* de Laplace ; 2.^e volume, édition de 1824, pages 430 et suivantes.)

Enfin, M. Arago¹, a fait voir que le système de Buffon, exigeait que la matière extérieure du soleil, fût en état de liquéfaction, ce qui est infirmé par les observations modernes les plus minutieuses, qui toutes conduisent à supposer, avec beaucoup de vraisemblance, que la partie externe du soleil, est un gaz lumineux qui enveloppe un noyau central obscur, que rien ne prouve devoir être liquide.

C'est aussi, au moyen du choc d'une comète qui aurait déplacé l'axe de rotation du globe, que Halley et après lui Whiston, géomètre et théologien anglais, ont essayé d'expliquer le déluge de la Genèse². Laplace, a aussi admis la possibilité d'un pareil choc; et quoique la densité de ces astres soit excessivement petite, il pensait, eu égard à la grande

venues, non pas seulement raser tangentiellement sa surface, mais se réunir à sa masse immense, pour ne plus s'en séparer sans l'intervention d'un nouveau choc.

¹ Voir sa *Notice scientifique* insérée dans l'*Annuaire des Longitudes*, pour 1832; pages 229 à 235).

² Voyez dans la *Notice scientifique* de M. Arago, (*Annuaire des Longitudes*, pour 1832; l'examen de cette question: le déluge a-t-il été occasionné par une comète?)—Voyez aussi sur le système de Whiston, les *Lettres sur les révolutions du globe*, par A. Bertrand; 6.^e édition 1845, introduction, page 10; et les *OEuvres de Buffon, théorie de la terre*.— Voir aussi l'*Uranographie* de Francœur; 5.^e édition, page 222.

vitesse dont les comètes sont animées, que si un jour, un pareil événement arrivait, il occasionnerait sur la terre de terribles désastres.¹ Mais, de ce qu'une telle rencontre soit possible, s'en suit-il qu'elle a déjà eu lieu? Nous avons fait voir, que Laplace, en différents endroits de sa mécanique céleste, se prononçait pour la négative et qu'il regardait comme démontré d'une manière incontestable, que les pôles de rotation, à la surface de la terre, n'ont subi aucun déplacement sensible, depuis que cette planète a commencé à se refroidir et à prendre la figure qu'elle possède actuellement²: et c'est cependant en s'étayant de cette citation toute hypothétique de notre grand géomètre, que M. de Boucheporn, a essayé de construire son nouveau système de cosmogonie universelle. Examinons donc cette nouvelle théorie de plus près, et voyons, si elle suffit pour rendre compte de tous les faits observés jusqu'à ce jour.

Tous les géomètres qui se sont occupé de la théorie de la terre et des planètes et qui ont calculé la figure de ces corps, ont trouvé que leur aplatissement dépendait, d'une manière absolue, de la durée de leur rotation et de la densité de leurs parties. Mais pour arriver à ces conséquences, ils ont dû admettre que tous ces globes avaient possédé à l'origine une fluidité parfaite, une fluidité telle, que toutes les molécules pouvaient glisser facilement et presque sans effort les unes sur les autres, afin d'obéir à l'impulsion de la force centrifuge et pendre autour de l'axe de rotation, un état stable d'équilibre. Changeons la nature de cette fluidité, admettons un liquide visqueux ou en partie solide à la surface de chaque planète; tous les phénomènes vont se modifier: l'aplatissement, dans le cas de la

¹ Laplace, *Système du monde*; 2.^e volume, livre 4, chap. 4, page 58.

² Voyez la notice de M. Arago, sur les *Découvertes astronomiques* de Laplace, *Annuaire des Longitudes*, pour 1844, page 315.

viscosité sera beaucoup moindre pour une même vitesse de rotation, que dans le cas d'une fluidité parfaite ; et si, on suppose que la surface du corps est en partie solidifiée, cet aplatissement pourra être presque nul : il sera une fonction de la faible élasticité que cette enveloppe solide aura pu conserver.

Si cette partie solide de la croûte terrestre, possède une grande flexibilité, le mouvement de transformation s'opérera autour du nouvel axe de rotation, quelqu'il soit, comme avec un fluide très-visqueux ; mais ce mouvement sera très-lent, et plus cette écorce sera résistante, moins elle s'élèvera vers l'équateur et moins elle s'abaissera vers les pôles ; il faudra donc, que ce soit l'eau des mers qui vienne remplacer à l'équateur, la matière solide qui fera défaut. Ainsi, les mers polaires seront d'autant moins profondes, que le changement d'axe sera plus récent. Nous devrions donc, avoir des mers polaires peu profondes et tous nos continents équatoriaux devraient être recouverts par les eaux de l'Océan.

Si au contraire, on suppose que l'écorce minérale qui enveloppe le noyau liquide, ne jouit que d'une faible élasticité qui ne lui permet pas de céder à l'action de la force centrifuge, il sera indispensable, pour que l'équilibre puisse subsister, que le nouvel axe de rotation, soit un des trois axes principaux du sphéroïde terrestre, considéré comme un ellipsoïde de révolution. Il est vrai que les eaux qui recouvrent la surface du globe, pourront, en affluant en grande masse vers le nouvel équateur, donner à la terre une figure qui satisfasse en partie à la condition d'équilibre ; mais comme ces eaux ne sont qu'une petite fraction de la masse totale de la terre, il faudra que l'axe de rotation, résultant du choc cométaire, ne s'éloigne que d'une très-petite quantité de l'un quelconque des axes principaux. Voilà, ce qui arriverait certainement si notre globe, dans son état actuel, était rencontré par une

comète ou tout autre corps solide quelconque. Les eaux se porteraient en masse vers le nouvel équateur, les terres polaires resteraient à découvert, mais très-probablement, la figure nouvelle du sphéroïde terrestre, ne serait pas un ellipsoïde aplati, suivant un rapport exact avec sa nouvelle vitesse de rotation.

Tels seraient les phénomènes qui auraient lieu, si l'écorce minérale était suffisamment solide, pour résister à toute pression venant de l'intérieur; mais quoiqu'on puisse lui assigner une épaisseur d'environ 80 kilomètres, nous pensons, avec M. de Bouchepon, qu'à la suite de chaque révolution, la réaction de la partie fluide centrale contre son enveloppe extérieure, aurait toujours été suffisante pour briser cette enveloppe en plusieurs points, et que la forme du sphéroïde aurait subi des modifications plus profondes et plus compliquées qu'on ne serait tenté de le supposer *à priori*. Plus nous nous éloignerions dans le passé, plus le nombre des fractures serait considérable. La croûte externe soulevée ou déprimée sur la plus grande partie de sa surface, se trouverait sillonnée en tous sens par d'innombrables fissures, qui auraient été remplies par la matière en fusion venant de l'intérieur, et il en serait résulté une si grande quantité de filons qu'on devrait en rencontrer à chaque pas. Les roches d'épanchement, telles que les porphyres, les granites, etc., qui, à diverses époques géologiques ont recouvert des terrains sédimentaires, devraient occuper sur la surface du globe des étendues beaucoup plus considérables; et l'on peut affirmer, que des révolutions aussi générales et aussi radicales, auraient tellement tourmenté le sol, surtout pendant les époques où la croûte solide avait encore peu d'épaisseur, que nous devrions à chaque instant trouver des couches de sédiment complètement renversées. Le terrain des plaines, comme ce-

lui des montagnes, serait entièrement bouleversé : il ne devrait pas exister, sur la surface de la terre, un seul kilomètre carré en couches horizontales.

Il n'entre pas dans notre plan, de passer en revue les phénomènes variés qui ont pu se produire à la suite de chaque choc en particulier. Il est probable, d'ailleurs, que ceux qui auraient eu lieu avant que la croûte extérieure ait acquis une certaine consistance, n'auraient agi que sur des roches plutoniques dont les bouleversements apparents seraient aujourd'hui peu sensibles. D'un autre côté, tout choc qui n'aurait fait varier l'inclinaison de l'axe terrestre que d'un petit nombre de degré, n'aurait produit que des changements peu prononcés ; et l'on conçoit très-bien alors, qu'une légère flexibilité de l'écorce minérale, jointe à la mobilité des mers, aurait suffi, jusqu'à un certain point, pour forcer la surface du globe terrestre à prendre la figure qui convient à l'équilibre. Mais les phénomènes sont tous différents, quand le nouvel axe fait avec l'ancien un angle très-ouvert. Supposons, par exemple, que la terre, arrivée à un état voisin de celui qu'elle possède actuellement, a été rencontrée par une comète qui a changé son axe de rotation, et lui a donné une direction perpendiculaire à celui qu'il avait avant le choc ;¹ supposons, en outre, que la vitesse finale du mouvement diurne soit restée la même, et voyons ce qui va arriver.

L'axe de l'équateur deviendra celui des pôles, et réciproquement, le plan qui était autrefois un méridien deviendra le plan de l'équateur. Pour que le sphéroïde prenne autour de ce nouvel axe, la figure ellipsoïdale qui convient à l'équilibre, il faut que le rayon de l'ancien équateur s'a-

¹ Le système de l'Altai qui est contemporain du terrain tertiaire supérieur, est à peu près dans ce cas par rapport au système précédent.

baisse de 21 kilomètres et que le rayon polaire ancien augmente de la même quantité. Mais un mouvement d'extension aussi considérable ne pourra s'effectuer, sans que l'écorce minérale extérieure ne soit brisée ; alors, la matière fluide qui doit se porter vers le nouvel équateur, s'épanchera à travers toutes les fissures, et produira une série de dickes et de filons qui formeront, en général, des zones annulaires concentriques, parallèles entre elles et au nouveau plan de l'équateur.¹ Dans cette hypothèse, on voit bien que les fragments, seront portés par la masse liquide jusqu'aux limites nécessaires pour former le renflement équatorial ; mais on ne voit pas, quelle serait la puissance capable de soulever ces mêmes fragments, au-dessus du niveau général du menisque équatorial, pour constituer une chaîne de montagnes embrassant le cercle même de l'équateur, sur tout ou partie du contour de la surface terrestre.² Cette force soulevante, suivant l'auteur de la théorie des chocs, serait due à la pression que la masse solide, qui occupait l'ancien

¹ Voir Boucheporn, pages 154 et suivantes.

² D'après la théorie de M. de Bouchporn, les forces tangentielles, qui tendent à déprimer les nouveaux méridiens, produisent sur la surface du globe une série d'ondulations parallèles au plan de l'équateur, et comme l'effort principal de ces forces se concentre sur la région de l'équateur, c'est là qu'elles doivent soulever les plus puissants ridements ; c'est donc vers les anciens équateurs, que l'on doit trouver les plus hautes montagnes du globe. Cependant, si nous considérons notre globe dans son état actuel, non-seulement nous ne trouverons aucune chaîne de montagnes dirigée dans le plan de ce grand cercle, mais encore, au lieu de terre, nous ne trouverons, pour ainsi dire, que des mers : et quelques spécieux que soient les raisonnements employés par l'auteur, pour expliquer cette importante anomalie, on ne peut disconvenir que ce ne soit là, un fait capital suffisant pour renverser sa théorie, malgré toutes les coïncidences heureuses et les rapports frappants qu'il a su trouver avec un remarquable talent joint à une féconde imagination.

équateur, exerce sur le fluide intérieur, en vertu de l'action de la pesanteur qui l'oblige à suivre l'affaissement de la masse liquide, pour se modeler sur elle et former les nouveaux pôles.¹

Cette pression qui, d'après M. de Boucheporn, doit s'exercer tangentielllement à la courbure des nouveaux méridiens, ne nous paraît pas suffisante pour produire des effets aussi énergiques ; tout au plus, pourra-t-elle, en obligeant les fentes de rupture à se rapprocher, forcer la matière fluide qui serait venue les remplir, à s'épancher au dehors et à couler à la surface du globe. Pour obtenir cette force tangentielle dans le sens des méridiens, l'auteur suppose, que nulle part la masse liquide ne se détachera de la pellicule extérieure qui la recouvre, et qu'il n'arrivera jamais, que le manque d'appui qu'éprouvera en certains points, l'enveloppe solide, puisse déterminer des effondrements locaux. « Cette pellicule, ajoute-t-il, est trop mince par rapport au rayon de la sphère et « au développement de sa surface, pour que l'on suppose, « que nulle part, elle puisse se soutenir au-dessus du liquide « qui s'affaisse, ni qu'elle puisse vaincre l'adhérence qui « l'unit à ce liquide, de manière à laisser un vide momentané

¹ Nous sommes loin de nier que la croûte solide du globe, ne soit douée d'une certaine flexibilité, la théorie de M. Elie de Beaumont sur le soulèvement des montagnes, théorie que nous adoptons dans toute sa généralité, repose précisément sur la nécessité dans laquelle se trouve l'enveloppe solide de la terre, de diminuer sans cesse de capacité, pour ne pas cesser d'embrasser exactement sa masse interne, dont la température décroît sensiblement, tandis que le refroidissement de la surface est maintenant presque nul. Mais il y a loin, comme on voit, de cette élasticité, qui ne se développe que d'une manière lente et continue pendant un temps excessivement long, à cette élasticité brusque et instantanée, qui agirait à la manière d'un ressort, pour suivre dans son mouvement de retrait, la matière fluide qui se précipiterait vers le nouvel équateur.

« entre elle et lui. Nulle part elle ne saurait le quitter sur
« une étendue notable, et par conséquent, dans toute cette
« masse enveloppée et enveloppante, les grands mouvements
« sont solidaires. »

Rien ne prouve, cependant, que les phénomènes puissent se passer ainsi, la croûte extérieure du globe, en ne lui supposant que 60 à 80 kilomètres d'épaisseur, serait assez solide et assez résistante, pour se séparer de la matière fluide et se soutenir au-dessus d'elle, si elle formait un tout continu et sans fractures antérieures ;¹ mais comme il est certain, que cette pellicule aura été fissurée en tout sens par la force de retrait, et brisée en partie par le choc de la comète, qui tout au moins, y aura produit un étoilement² considérable, dont les fentes n'auront pas eu le temps d'être ressoudées, par l'infiltration des matières fondues intérieures ; il est extrême-

¹ Nous comprenons parfaitement, que l'on compare l'épaisseur de la croûte solide de la terre, à celle de la peau d'une orange ; quand on veut montrer la petitesse relative de cette écorce, par rapport au rayon ; mais, partir delà, pour conclure que cette écorce, si mince en apparence, doit être totalement négligée dans les théories cosmogoniques, nous semble peu rationnel : une voûte sphérique de 80 kilomètres d'épaisseur, la longueur du rayon terrestre fut-elle encore plus grande, ne se comportera jamais dans les révolutions du globe, comme une mince feuille de carton. L'épaisseur de la couche d'air atmosphérique qui nous enveloppe de toutes parts, ne dépasse pas probablement 60 kilomètres, elle n'est donc, que très-peu inférieure, à celle qu'on assigne communément à la croûte solide du globe. Que penserait-on cependant, d'un homme qui, né et élevé au fond d'une caverne qu'il n'aurait jamais quittée, refuserait toute croyance, aux nombreux phénomènes météorologiques, qui exercent une influence si énergique sur les continents et les mers, et les considérerait comme une chimère, à laquelle, on ne doit prêter aucune attention sérieuse.

² M. de Boucheporn, dans sa théorie, n'a point tenu compte de cette considération, qui ne nous paraît pas cependant, devoir être négligée.

Soit un globe elliptique $epe'p'$, tournant autour d'un axe pp' ; si on lui imprime un autre mouvement de rotation, de même durée, dont l'axe PP' soit perpendiculaire au premier, il tendra à prendre la forme $nPn'P'$. Les points a, b, c, d , où cette deuxième surface de révolution, rencontre la première, sont des points qu'on peut considérer comme fixes, en ce sens, qu'ils ne sont sollicités par aucune force, autre que celle à laquelle ils étaient soumis dans le principe; seulement, la direction de la force centrifuge, en ces points, aura pris une direction perpendiculaire, à celle qu'elle avait primitivement. C'est donc, autour de ces points, en apparences immobiles, que va s'opérer la transformation des deux figures elliptiques; ainsi, la portion aplatie $bp'c$, se soulèvera et se brisera en plusieurs fragments h, g, o, q , qui laisseront entre-eux de grands intervalles vides que la roche liquide viendra remplir. Les points culminants q et q' , s'élèveront jusqu'à ce que la force

centrifuge fasse équilibre à la force centripète, et alors, le mouvement d'expansion s'arrêtera. La portion renflée aeb , qui formait le menisque de l'ancien équateur, sollicitée par son propre poids, va tendre à s'affaisser et à suivre la matière fluide interne qui s'en est détachée, pour se porter vers les extrémités du grand axe nn' . Si l'écorce minérale solide a conservé une certaine flexibilité, les points a et b pourront, en s'écartant, glisser le long de la courbure des nouveaux méridiens, et pressant alors les fragments h, g, o, q , h', g', o', q' , ils les obligeront à se rapprocher, ce qui pourra, comme nous l'avons déjà dit, forcer une partie de la matière fluide qui remplit les fentes de fractures m, n, v , m', n', v' , à s'épancher à l'intérieur; mais l'étendue de ce mouvement de glissement, sera certainement très-limitée, car, pour peu qu'il se continue pendant un certain espace de temps, il se produira dans la calotte sphérique aeb , une série d'arrachements dirigés dans le sens des méridiens. Sa surface se trouvant ainsi divisée en un grand nombre de fuseaux, qui ne seront plus reliés, les uns aux autres, que vers le sommet e , il arrivera un instant où, ce sommet ne pouvant plus se soutenir, s'affaissera sur lui même jusqu'au point P .¹ Il y aura donc en cette partie, un effondrement par rupture de l'écorce minérale, et non pas seulement, affaissement par simple glissement.

¹ On peut encore remarquer, que la force d'inertie qui maintient le point b dans sa position, jointe à l'énorme résistance qui s'oppose au glissement de l'écorce solide, le long de la courbe méridienne $n'abn$, pourra amener la rupture de la voûte solide aeb , aussitôt que la matière fluide, qui obéira avec bien plus de facilité, à l'action de la nouvelle force centrifuge, s'en sera séparée. Il arrivera donc souvent, que cette calotte aeb , se brisera à la manière des voutes en arc de cercle, vers les point K et K' ; et, il en pourra résulter une chaîne secondaire, alignée suivant un petit cercle de la sphère parallèle au nouvel équateur.

L'opinion de M. de Boucheporn est toute différente. Il suppose, que les forces tangentielles qui tendent à déprimer les nouveaux méridiens, sont douées d'une énergie suffisante, pour produire sur la surface du globe, une série d'ondulations parallèles entre elles, et au plan de l'équateur; et, comme l'effet principal de ces forces se concentre sur la région équatoriale, c'est là qu'elles devront soulever les plus puissants ridements : nous devrions donc trouver sur la terre deux sortes de montagnes; les unes, et ce seraient les plus puissantes, suivraient le contour d'un grand cercle; les autres, de dimensions moindres, s'aligneraient suivant des petits cercles parallèles au premier. Le parallélisme des chaînes entre elles serait ainsi *absolu* et non *relatif*, comme le veut M. Élie de Beaumont, qui admet, au contraire, que toutes les chaînes de montagnes sont dirigées suivant des grands cercles de la sphère ¹.

La grande chaîne des Andes du Chili, qui occupe une étendue de 4000 kilomètres au moins, serait, d'après la nouvelle théorie, les restes d'un ancien équateur, qui aurait été à peu près perpendiculaire à notre équateur actuel. Cette immense saillie qui, en certains endroits, s'élève brusquement à plus de 5000 mètres au-dessus du niveau de la mer, et dont la largeur ne dépasse pas à son pied, en moyenne, 60 à 80 kilomètres, se rattache au rivage, du côté oriental, par d'immenses plaines qui ont une pente presque insensible.

Dans son voyage aux régions équinoxiales, M. de Humboldt

¹ Il existe à la bibliothèque de l'École d'application, un magnifique globe terrestre, de 1^m de diamètre, au moyen duquel nous avons cherché à vérifier l'une ou l'autre de ces deux opinions. Une règle très-flexible, en cuivre, qui pouvait embrasser toute une demi circonférence, nous a mis à même de reconnaître que toutes les chaînes de montagne sont dirigées suivant des arcs de grands cercles.

a constaté que les plaines de l'Amazone, au pied oriental de la chaîne, n'ont que 400 mètres d'élévation, et l'on sait qu'à Obidos, à plus de 200 lieues de l'embouchure de ce fleuve, l'un des plus considérables du globe, la marée se fait encore sentir : ainsi, la pente du sol, sur cette vaste étendue, ne dépasse pas 15 à 20 mètres, et l'on peut dire, que cette longue chaîne s'élève, comme isolée, au milieu d'un immense océan ayant une grande profondeur. Les ridements accessoires et intermédiaires manquent donc ici à peu près complètement, et l'on se demande alors comment, en présence d'une force de pression capable de soulever au-dessus de son niveau naturel une fraction si considérable du fuseau équatorial, l'écorce solide du globe, a pu éprouver un affaissement aussi profond et aussi étendu.

Suivant la théorie de M. Élie de Beaumont, de tels phénomènes s'expliquent tout naturellement ; car, chaque soulèvement de montagne étant le résultat d'actions centrales, dépendantes de l'état physique du globe, on conçoit très-bien, qu'une brusque saillie très-élevée puisse surgir tout-à-coup sur une grande longueur, sans occuper pour cela une largeur considérable, et sans causer aucun dérangement sensible dans le sol des plaines contigües. Les phénomènes observés, dans ce cas, seront en rapport avec la puissance de la force soulevante, et avec la résistance que l'écorce minérale solide opposera à la rupture.

Nous avons déjà dit, que la théorie nouvelle supposait, que la terre avait pu et dû éprouver depuis sa formation, 14 chocs de comètes ; mais la loi de probabilité appliquée aux autres planètes, ainsi qu'à leurs satellites, conduit à une conclusion semblable, en sorte que chacun de ces astres aurait été aussi choqué au moins 14 fois. Il est même rationnel d'admettre que les grosses planètes, à cause de leur plus grande puis-

sance attractive, ont dû être rencontrées beaucoup plus souvent¹. Il faut d'ailleurs remarquer que les seules comètes qui ont chance de toucher une planète quelconque, sont celles dont la distance périhélie est égale ou plus petite que la distance aphélie de cette planète; d'où il suit, que le nombre des comètes qui peuvent heurter un astre, augmente en raison de l'éloignement *maximum* de cet astre au Soleil. Sur 67 comètes dont les mouvements étaient bien connus en 1784,²

¹ C'est en effet, à cette conclusion, que l'auteur a été conduit par suite de ses déductions théoriques. Tout son douzième chapitre est consacré à l'étude spéciale des chocs en astronomie, et il est arrivé à des résultats tout à fait nouveaux et vraiment singuliers, dont l'appréciation rentre dans le domaine de la cosmologie.

Les satellites ne seraient pas contemporains de leurs planètes; ils en auraient été détachés, à des époques successives et indéterminées, par des chocs cométaires. Les anneaux de Saturne, qui, suivant Herschel, sont pour ainsi dire dans un état d'*équilibre instable*, que la moindre force extérieure troublerait et ferait tomber, sans les rompre, sur la surface de leurs planètes, seraient eux-mêmes le résultat d'un des derniers chocs que Saturne aurait éprouvé.

Nos planètes dériveraient de nébuleuses condensées, et ces nébuleuses auraient elles-mêmes été formées par l'accumulation d'un certain nombre d'étoiles, que des chocs cométaires auraient détruites. Quant aux comètes, elles ne seraient que les fragments d'anciennes planètes situées aux limites de notre système solaire, et qui auraient été brisées par des comètes beaucoup plus considérables que celles que nous connaissons. Ces comètes, dont l'apparition n'aurait lieu qu'à des intervalles infiniment plus distants, circuleraient dans le système dont le soleil fait partie, comme les comètes ordinaires circulent à travers le nôtre. L'univers, dont nous ne cesserons jamais d'admirer la sublime harmonie, aurait ainsi été produit par des causes toutes fortuites et indépendantes les unes des autres: il serait, enfin, le résultat du *hasard*!!!

² Voir le mot comète, du *Dictionnaire de mathématiques de l'Encyclopédie*.

Les distances périhélies, en prenant pour unité la moyenne distance du soleil à la terre, sont comprises entre 0,006 et 4,043.

on en trouve une dizaine, environ, qui ne pourront jamais rencontrer notre globe sans éprouver dans leurs mouvements de très-grandes perturbations, tandis que toutes sans exception, sont susceptibles de venir choquer Jupiter, Saturne, Uranus et leurs satellites. Nous pouvons donc admettre comme un fait positif, que si notre globe, depuis son origine, a été rencontré 14 fois par des comètes, tous les astres qui font partie de notre système solaire, ont dû éprouver des chocs analogues et pour le moins en aussi grand nombre. Voyons donc si les observations astronomiques permettent de justifier ces conclusions.

Tout le monde sait, que les planètes tournent autour du Soleil dans des orbes elliptiques d'une faible excentricité, et dont les grands axes sont invariables. Tous ces mouvements de translation, qui s'exécutent presque dans un même plan, sont dirigés dans le même sens d'occident en orient. Les satellites circulent autour de leurs planètes, qui les entraînant avec elles, se meuvent aussi dans le même sens et à très-peu près dans les mêmes plans que ces planètes : enfin, le Soleil, les planètes et les satellites dont on a pu, jusqu'à présent, observer les mouvements de rotation, tournent aussi sur eux-

Le nombre total des comètes aperçues, jusqu'à ce jour, dépasse 700, mais, le nombre de celles dont on a pu calculer les orbites est beaucoup moins considérable.

En 1851, les orbites de 137 comètes, dont 69 directes et 68 rétrogrades, avaient été calculées, et leurs distances périhéliees étaient ainsi distribuées :

Entre le Soleil et l'orbite de Mercure.....	30
<i>id.</i> Mercure et Vénus.....	44
<i>id.</i> Vénus et la Terre.....	34
De la Terre à Mars.....	23
De Mars à Jupiter.....	6
Au delà de Jupiter.....	0

TOTAL 137

mêmes, dans le sens et à peu près dans le plan de leurs mouvements de projection.¹ Les satellites offrent, à cet égard, un des phénomènes le plus singulier et le plus remarquable de notre système solaire. Leur mouvement de rotation est exactement égal à leur mouvement de révolution; en sorte qu'ils présentent constamment le même hémisphère à leur planète. C'est du moins ce que l'on observe pour la lune, pour les quatre satellites de Jupiter et pour le dernier satellite de Saturne, les seuls dont on ait reconnu jusqu'ici la rotation²

¹ Deux des six satellites d'Uranus, dont l'existence est la mieux constatée, font seuls exception à cette règle générale: les plans de leurs orbites sont inclinés de $78^{\circ}, 58'$ au plan de l'écliptique, et leurs mouvements sont rétrogrades.

² Il existe entre les mouvements planétaires plusieurs rapports commensurables qu'il serait difficile d'attribuer au hasard. Ainsi, cinq fois la vitesse de circulation de Saturne dans son orbite, égale, à très-peu près, deux fois la vitesse de Jupiter. On sait aussi que les mouvements des trois premiers satellites de Jupiter présentent un phénomène plus extraordinaire encore, et qui consiste en ce que la longitude moyenne du premier, moins trois fois celle du second, plus deux fois celle du troisième, est constamment égale à deux angles droits. Il y a l'infini à parier contre un, dit Laplace, que cette égalité n'est point due au hasard. (*Système du monde*, 2.^e volume, page 447, et l'*Annuaire des longitudes*, pour 1844, page 321.

Voici encore deux autres lois très-simples auxquelles sont assujétis les mêmes satellites de Jupiter.

1.^o Si l'on ajoute au mouvement moyen du premier satellite, le double du mouvement moyen du troisième, la somme est exactement égale à trois fois le mouvement moyen du second.

2.^o La durée de la rotation du premier satellite, plus deux fois la durée de la rotation du troisième, forme une somme constamment égale à trois fois la durée de la rotation du second. (Notice de M. Arago, sur les découvertes astronomiques de Laplace, *Annuaire des longitudes* pour 1844, pages 323 et 324). Ainsi dit Laplace, (*Système du monde*, tome 2.^e,

« Des phénomènes aussi extraordinaires, ajoute Laplace ,¹
 « ne sont point dus à des causes irrégulières. En soumettant
 « au calcul leur probabilité, on trouve qu'il y a plus de
 « deux cent mille milliards à parier contre un , qu'ils ne sont
 « point l'effet du hasard ; ce qui forme une probabilité bien
 « supérieure à celle de la plupart des événements historiques
 « dont nous ne doutons point. Nous devons donc croire , au
 « moins avec confiance , qu'une cause primitive a dirigé les
 « mouvements planétaires ».²

Quel concours de circonstances favorables ne faudrait-il donc pas réunir pour qu'un tel ensemble d'harmonie fût le résultat de chocs successifs qui , sans avoir entre eux aucune liaison ni dépendance mutuelle , auraient cependant amené notre système planétaire à cet état permanent de stabilité et de magnifique régularité.

Les comètes se meuvent dans tous les sens et sous toutes

page 102,) les trois premiers satellites de Jupiter forment un système de corps liés entre eux , et que leur action mutuelle maintiendra sans cesse , à moins qu'une cause étrangère , telle qu'une comète , ne vienne par son choc déranger brusquement leurs mouvements et leurs positions respectives. Le choc d'une comète dont la masse eût été seulement la cent-millième partie de celle de la terre , aurait suffi pour rendre sensible la libration des satellites ; et puisque , aucune perturbation n'a pu être observée , on doit en conclure , que les masses des comètes qui peuvent avoir rencontré l'un des trois satellites de Jupiter sont extrêmement petites ; ou encore , ce qui , suivant nous , est aussi probable , qu'aucune comète n'a jamais rencontré un de ces astres depuis leur formation.

¹ *Système du monde* , 2 vol. page 393.

Voyez aussi dans l'*Annuaire des longitudes* pour 1832 , la notice de M. Arago sur les comètes , page 228 ,

² Il paraît cependant , que *l'attraction* peut devenir la cause de certains mouvements , auxquels *l'impulsion* semblait seule pouvoir donner naissance. (Notice sur les principales découvertes astronomiques de Laplace , *Annuaire des longitudes* , pour 1844 , page 351).

les inclinaisons, et pas un seul choc n'aurait transformé en mouvements rétrogrades les mouvements directs des planètes et de leurs satellites, et l'on n'aurait pour étayer un pareil système qu'une seule anomalie à citer, celle de deux des satellites d'Uranus observés par Herschel. Encore faudrait-il remarquer que ces deux anomalies ne se rencontrent, pour ainsi dire, qu'aux confins de notre monde, là où l'attraction solaire est si faible, que cette planète met 84 ans à faire sa révolution sidérale.

Mais ce n'est pas tout, les anneaux de Saturne qui indubitablement ont été formés en même temps que lui¹, auraient dû aussi recevoir, dans le cours des siècles, quelques chocs cométaires qui les auraient brisés, ou tout au moins, auraient modifié leurs mouvements de rotation et de translation : or, le mouvement de ces anneaux est tellement lié à celui de Saturne que, suivant W. Herschel², « la moindre différence
« de vitesse entre la planète et l'anneau, dans leur course
« autour du Soleil, amènerait infailliblement les deux corps
« au contact, sans qu'ils puissent désormais se séparer, vu
« qu'ils auraient acquis alors une position d'équilibre stable,
« et qu'ils adhèreraient l'un à l'autre en vertu d'une force
« d'attraction très-intense. Conséquemment, il faut qu'une
« cause extérieure ait ajusté leurs mouvements autour du
« Soleil avec une extrême précision, ou que la formation
« des anneaux autour de la planète ait eu lieu, lorsque le
« mouvement orbiculaire du système était déjà tracé, et sous
« la libre influence de toutes les forces agissantes. »

¹ Voyez la *Mécanique céleste* de Laplace, livre 14.^e, chapitre 3, et son *Exposition du Système du Monde*, 5.^e édition, 2.^e vol., pages 450 et suivantes.

² *Traité d'Astronomie* par sir John W. Herschel, page 555, article 445.

Les comètes n'ont qu'une masse excessivement faible, ce n'est pour ainsi dire qu'un amas de vapeurs, plus ou moins condensées, à travers lesquelles on prétend avoir aperçu des étoiles. Cette assertion, quant à la nébulosité ou queue des comètes, est incontestable ; mais il n'est pas aussi certain que le noyau soit doué, dans toute son étendue, d'une transparence aussi parfaite. M. Arago (voyez sa notice *Annuaire des Longitudes* pour 1832, p. 305) semble même admettre qu'il peut exister un corps solide et opaque au centre des noyaux lumineux des comètes ; or, dans l'hypothèse d'une rencontre possible de notre globe avec une comète, le choc de ce corps opaque, liquide ou solide suffirait seul, eu égard à sa grande vitesse de translation, pour occasionner à la surface de la terre de terribles bouleversements, s'il était doué d'une densité seulement équivalente à celle de l'eau.

Laplace a prouvé que la première comète de 1770 qui est une de celles qui s'est le plus rapprochée de nous¹, et qui a traversé deux fois le système des satellites de Jupiter sans causer la plus légère perturbation dans leurs mouvements, avait une masse de beaucoup inférieure à la cinq millième partie de celle de la terre, et il est à peu près certain que la masse moyenne des comètes est bien inférieure à un cent millième de celle de notre globe.² La densité d'une comète dont le noyau aurait une telle masse et dont le volume serait seulement égal au dixième de celui de la terre, ne serait que les 0,41 de celle de l'air prise pour unité. Cherchons donc quelle

¹ Sa plus petite distance à la terre a été de 368 rayons terrestres 6020 000 lieues. La petite comète de 6 ans $\frac{3}{4}$, qui a tant effrayé le monde en 1832, avait passé en 1803 à deux millions de lieues seulement de notre planète.

² *Cosmos*, 1.^{er} vol., page 421. — Laplace, *Système du monde*, tome 2, pages 402 et 239.

influence son choc pourrait exercer sur les mouvements de rotation et de translation de notre planète.

Les comètes, lorsqu'elles passent au périhélie sont animées de vitesses extraordinaires; celle de 1472, qui de toutes les comètes connues, s'est le plus approchée de la terre, était animée d'un mouvement si rapide, qu'elle décrivit en un jour 120° du ciel. La comète de 1680, qui, à son périhélie, était à 186 000 lieues du Soleil¹, avait une vitesse de translation de 393 kilomètres par seconde, treize fois la vitesse de la terre. Mais aussi, à son aphélie, sa vitesse n'est plus que de 3 mètres par seconde.

Le maximum de vitesse qu'on peut assigner à ces astres, quand ils sont situés à notre distance du Soleil, ne peut guère dépasser le double ou le triple de celle que la terre possède elle-même et qui est moyennement de 29,86 kilomètres par seconde.² Supposons donc que le noyau de la comète, dont il vient d'être question, et dont le diamètre est un peu moindre que la moitié de celui de la terre soit homogène dans toute son étendue. Supposons encore que son mouvement soit direct et que son centre suive exactement l'orbite même de la terre, avec une vitesse de 89,58 kilomètres par seconde: on trouvera que depuis le moment où les deux corps seront en contact, jusqu'au moment où ils se sépareront, il s'écoulera environ 200 secondes. Si, au contraire, les deux astres marchent en sens opposé, aucune partie de la surface de la terre ne restera plongée dans la masse fluide de la comète plus de 150 secondes³. Dans l'un et l'autre cas, il en pourra résulter

¹ 112 rayons terrestres. La distance périhélie de la terre étant de 23984 rayons terrestres, on voit qu'elle est 214 fois plus éloignée du Soleil que la comète de 1680.

² Boucheporn, *Etudes*, etc.; page 131.

³ Vu la petitesse de la masse de la comète, il est probable que la terre en vertu de son attraction, en retiendrait la plus grande partie à sa surface.

sur la surface du globe un ouragan d'une violence extrême¹; mais on comprendra aisément qu'une force, dont la durée serait aussi limitée et dont l'énergie serait de beaucoup inférieure à celle produite par le choc d'un corps solide, n'aurait certainement aucune influence pour faire varier la durée du mouvement de translation de la terre. Il faut donc nécessairement restreindre l'action du choc des comètes, dont le noyau central n'est pas solide et opaque, et les considérer comme propres, seulement, à faire varier le mouvement de rotation qui, étant considérablement plus lent, n'a besoin, pour être modifié, que d'une puissance, d'une énergie beaucoup moindre.²

On conçoit bien, en effet, que si la comète se borne à choquer notre planète suivant une direction tangentielle, située toute entière dans le plan de notre équateur, elle n'aura pas besoin de développer une force très-énergique pour modifier notablement notre vitesse de rotation qui sera accélérée ou ralentie, selon que le mouvement de la comète sera dirigé dans le sens même de la rotation ou dans le sens contraire. Ce cas est de tous le plus favorable; et, cependant, nous sommes convaincu que, même dans cette circonstance, il n'en pourra résulter aucune modification essentielle dans

¹ On admet généralement que pendant les violentes tempêtes qui ravagent de temps en temps les Antilles, la vitesse du vent ne dépasse pas 45^m par seconde. Mais il paraît que les expériences qui ont conduit à ce résultat ne sont pas à l'abri de toute critique; car, quelques auteurs ont trouvé une vitesse incomparablement plus grande. Suivant eux, la vitesse du vent, pendant les terribles ouragans ou typhons qui dévastent tout sur leur passage, serait au moins de 2800^m par seconde. C'est une vitesse 32 fois moindre que celle dont pourrait être animée la masse gazeuse d'une comète qui viendrait rencontrer la terre.

² La vitesse de rotation de la terre est à l'équateur de 465^m,87 par seconde.

le mouvement de la terre, tant que le corps choquant sera une masse gazeuse d'une densité peu différente de celle de l'air atmosphérique, et cela, pour deux raisons; premièrement, parce que les molécules gazeuses, à cause de leur mobilité et de leur grande vitesse, ne demeureront en contact avec la surface terrestre, que pendant un temps excessivement court; deuxièmement, parce que toute la masse gazeuse, qui se trouvera extérieure au rayon terrestre, n'aura aucune action directe sur l'intensité du choc, et qu'il ne dépendra que de la portion très-limitée de la masse cométaire, qui viendra rencontrer la terre.

Nous sommes donc conduit à ne tenir compte que du choc des comètes, qui indépendamment de leur nébulosité gazeuse, posséderaient un noyau solide et opaque d'une densité de beaucoup supérieure à celle de l'air, enveloppé de couches fluides ou gazeuses, beaucoup plus rarefiées. Cette circonstance, va singulièrement modifier les conditions du problème et diminuer considérablement les chances probables d'une rencontre; car, sur les 700 comètes que nous connaissons actuellement, on en compte un assez grand nombre qui sont tout à fait dépourvues d'un noyau quelconque,¹ et il n'y en a peut-être pas une sur vingt, qui remplisse la condition exigée d'un noyau solide et opaque. Quoiqu'il en soit, et dès que la possibilité d'une rencontre est reconnue probable, quelque faible que soit cette probabilité, on peut admettre, eu égard à la longueur infinie du temps, qu'elle a eu lieu ou qu'elle pourra avoir lieu; et dans ce cas, on comprend facilement, que l'intensité du choc peut être telle, que le mouvement de

¹ Voyez l'*Annuaire des longitudes*, pour 1832, page 211, voyez aussi *Cosmos*, 1 volume, pages 414 et suivantes et l'article comète du *Dictionnaire pittoresque d'histoire naturelle*.

rotation sera accéléré ou retardé, s'il est dirigé dans le plan de l'équateur terrestre et suivant sa tangente, et que même, le mouvement de translation pourra être plus ou moins modifié, suivant que le choc se fera en un point de la surface terrestre plus ou moins rapproché du centre. Quoiqu'on ne soit pas dans l'usage de marchander la force, aux géologues qui font intervenir les agents de la nature, pour l'explication de leurs théories cosmogoniques; nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer, qu'il faudrait un choc d'une très-grande énergie, pour modifier simplement le mouvement de translation de la terre dans son orbite, et qu'il en serait de même, s'il sagissait non plus seulement, de ralentir ou d'accélérer, tant soit peu, le mouvement rotatoire, mais de l'annihiler complètement, pour lui en imprimer un autre de même intensité, dirigé suivant le plan d'un nouvel équateur perpendiculaire à l'ancien. Nous regardons aussi comme évident, qu'une action aussi énergique serait plus que suffisante pour changer la direction du plan de l'écliptique: or, dans l'état actuel de nos connaissances, aucune des comètes observées jusqu'ici, n'est probablement en état de produire de tels résultats: car si, moyennement, la masse de leur noyau lumineux n'est pas $\frac{1}{100000}$ de la masse terrestre, on ne pourra avoir un noyau solide central d'une densité un peu considérable, qu'en lui donnant un très-petit diamètre.

Prenons pour exemple, la comète de 1807 dont le noyau avait 222 lieues de diamètre,¹ $\frac{1}{14}$ environ de celui de la terre.²

¹ *Annuaire des longitudes*, pour 1832, page 203.

² M. de Boucheporn attribue aussi au choc d'une comète, la grande dépression de près de 18000 lieues carrées qui existe dans le vaste bassin de la mer Caspienne. Pour toute réponse, nous renvoyons le lecteur à la *Notice scientifique* de M. Arago, sur les comètes; *Annuaire des longitudes*, pour 1832, page 279.

Si nous faisons sa masse égale à $\frac{1}{100000}$ de la masse terrestre, on trouvera que sa densité moyenne, est à peu près de 0,15, celle de l'eau étant prise pour unité.

Supposons actuellement, qu'au moment de son passage au périhélie, la couche la plus externe du noyau, avait une densité moitié de celle de l'air atmosphérique, pris à la pression de 0,76; et qu'ainsi, elle était égale à 0,00065 de celle de l'eau. Admettons en outre, que ce noyau cométaire était composé d'une série de couches d'égales épaisseur et dont la densité, allait en croissant de la surface au centre, suivant une progression arithmétique, dont le premier terme est 0,00065; nous verrons que le noyau central opaque, ne devra avoir qu'un très-petit diamètre, si nous voulons qu'il possède une densité seulement égale à celle de l'eau; car pour dix couches, on trouve que la densité du noyau opaque, supposé alors n'avoir qu'un diamètre de vingt-deux lieues, serait de 0,826, ou un peu plus faible que celle de la glace et du potassium.¹ On peut donc admettre comme vrai, que les comètes à noyau opaque sont rares, et que de plus ce noyau, dans celles qui en possèdent un, sera toujours très-petit. Très-probablement son diamètre n'atteindra jamais $\frac{1}{50}$ de celui de la terre;² et puisque nous considérons le choc de ce noyau opaque, comme seul capable de

¹ La densité de la glace est égale à 0,865; c'est aussi celle du potassium.

² Le noyau lumineux et central de la comète de 1811, n'avait qu'un diamètre de 100 lieues, $\frac{1}{50}$ environ, de celui de la terre; il était à peine visible en avril et mai, mais quant après s'être plongée dans les feux du Soleil, cette comète reparût pour la deuxième fois au-delà du périhélie, vers la fin d'août, elle avait un éclat bien différent: son noyau central avait alors 1089 lieues de diamètre; mais, il était composé de couches, dont la substance était si rare, qu'on prétend avoir aperçu des étoiles à travers. Si donc, il y avait un noyau solide au centre de la nébulosité, il devait être fort petit.

causer sur la surface de notre planète, une grande révolution, nous devons en conclure, que les chances d'une rencontre, sont beaucoup moindres qu'on ne le suppose généralement.¹ Nous pouvons donc affirmer, 1.^o qu'aucune comète connue, n'a probablement, jamais été en état de produire sur la terre, un choc capable de faire varier de 90° , la direction des pôles de rotation; car, un tel choc aurait dû aussi, changer la direction et l'intensité du mouvement de translation, ce que ne semble pas admettre M. de Boucheporn; 2.^o que si l'on ne peut nier, qu'il y ait dans l'avenir possibilité, qu'une comète plus grosse et plus dense que toutes celles qu'il nous a été donné d'observer jusqu'à présent, puisse un jour, rencontrer notre planète et la briser en plusieurs fragments, ou du moins, causer sur sa surface d'effroyables bouleversements, tout concourt à démontrer, qu'aucune catastrophe de ce genre n'a eu lieu depuis l'origine de notre système solaire, ou plutôt, depuis l'époque où la terre, commençant à se refroidir à sa surface, a pris, sous l'influence de toutes les causes perturbatrices auxquelles elle était soumise, un état et une figure d'équilibre permanent. Qu'il me soit permis d'invoquer encore, en cette circonstance, l'autorité d'un des plus grands géomètres dont la France puisse s'honorer, et de terminer ce chapitre par une citation empruntée au neuvième livre de la mécanique céleste.

« Non-seulement les comètes ne troublent point sensible-
« ment, par leur attraction, les mouvements des planètes et

¹ La probabilité qu'une comète puisse rencontrer la terre, varie suivant le point de vue où l'on se place. M. de Boucheporn, trouve d'après ses calculs, qu'un choc doit avoir lieu, en moyenne, tous les trois millions d'années; tandis que M. Olbers, (sur la probabilité d'une rencontre d'une comète avec la terre. *Bibliothèque universelle de Genève*, 1828, tome 38, page 20), admet qu'il ne peut y avoir de choc de comète, que tous les 220 millions d'années.

« des satellites ; mais si dans l'immensité des siècles écoulés ,
 « quelques-unes d'elles ont rencontré ces corps , comme cela
 « est très-vraisemblable , il ne paraît pas que leur choc ait
 « eu sur ces mouvements , une grande influence.

« Il est difficile de ne pas admettre , que les orbes des pla-
 « nètes et des satellites ont été presque circulaires , dès leur
 « origine , et que leur petite ellipticité , ainsi que la commune
 « direction des mouvements , d'occident en orient , dépendent
 « des circonstances primitives , du système planétaire. ¹ L'ac-
 « tion des comètes et leurs chocs , n'ont point changé ces phé-
 « nomènes ; et cependant , si l'une de celles qui ont rencontré
 « la lune ou un satellite de Jupiter , eût eu une masse égale
 « à celle de la lune , ² il n'est pas douteux qu'elle eût pu
 « rendre leurs orbes très-excentriques.

« L'astronomie nous offre encore deux autres phénomènes
 « très-remarquables , qui paraissent dater de l'origine du sys-

¹ Pour expliquer tous les phénomènes qui régissent notre système pla-
 nétaïres , Laplace a supposé , qu'il était dû à une cause unique dépendante
 du Soleil , dont l'atmosphère , en vertu d'une chaleur excessive , s'est pri-
 mitivement étendue au-delà des orbes de toutes les planètes , et s'est res-
 serrée successivement , jusqu'à ses limites actuelles. (Voir, *Système du*
monde , 5.^e édition , tome 2 , page 432 et suivantes ; et la notice de M.
 Arago , sur les découvertes astronomiques de Laplace , *annuaire des lon-*
gitudes pour 1844 , page 347.

L'une des plus graves objections qu'on lui avait opposée , provenait de
 l'immense étendue qu'il aurait fallu donner à la nébuleuse solaire , pour
 enfermer dans son enceinte , toutes les planètes connues jusqu'à Uranus.
 Cette objection a disparu , depuis que W. Herschel a découvert dans
 le ciel , des nébuleuses dont l'étendue est beaucoup plus considérable :
 quelques-unes , en effet , possèdent des nébulosités , dont le diamètre égale
 500 fois le rayon moyen de l'orbite terrestre , en sorte que , si l'une de ces
 étoiles venait se placer au centre du Soleil , son atmosphère s'étendrait 8
 fois plus loin que l'orbite d'Uranus.

² La masse de la lune est égale à $\frac{1}{88}$ de celle de la terre.

« tème planétaire, et qu'un choc assez peu considérable, aurait
 « fait disparaître : je veux parler de l'égalité des mouvements
 « de rotation de la lune, et de la libration des trois premiers
 « satellites de Jupiter.

« Il est aisé de voir, par les formules exposées, dans le
 « cinquième livre et dans le précédent, que le choc d'une
 « comète dont la masse ne serait qu'un millième de celle de
 « la lune, suffirait pour donner des valeurs très-sensibles à
 « la libration réelle de la lune, ¹ et à celle des satellites. Nous
 « devons donc être rassurés sur l'influence des comètes, et
 « les astronomes n'ont aucune raison de craindre, qu'elle
 « puisse nuire à l'exactitude des tables astronomiques. »

Pour nous résumer en quelques mots, nous dirons :

1.^o Que la terre primitivement fluide, sous l'empire d'une chaleur excessive, s'est successivement refroidie, et que sa surface s'est recouverte d'une pellicule solide, dont l'épaisseur s'est sans cesse augmentée et continue encore de s'accroître, quoiqu'avec une lenteur extrême.²

2.^o Que la vie organique, dès qu'elle a pu s'y établir, s'est étendue sur toute la surface de la terre, et qu'il en est résulté dès le principe, une flore et une faune qui, d'un pôle à l'autre, ont eu une très-grande uniformité.

3.^o Que l'influence de la chaleur centrale a suffi, pendant une longue suite de siècles, pour égaliser les températures de la surface du globe, mais que peu à peu cependant, les variations dues aux climats astronomiques se sont fait sentir,

¹ Voyez relativement au phénomène de la *libration de la lune*, la notice de M. Arago sur les principales découvertes astronomiques de Laplace, annuaire de 1844, pages 294 et suivantes.

² Voyez *reflexions en faveur de l'hypothèse de la chaleur centrale du globe terrestre*, par M. d'Omalus d'Halloy, *bulletin de la Société géologique de France*, 2.^e série, tome 4, page 551.

et ont fini à la longue par dominer; en sorte qu'aujourd'hui, toute la chaleur que nous ressentons dans les différentes saisons de l'année, nous vient presque exclusivement du soleil.

4.^o Que la contraction due au refroidissement séculaire du globe, a occasionné à différentes époques, une suite de ride-ments et de dislocations dans la croûte solide, sur laquelle nous marchons; ride-ments dont l'effet presque subit et instan-tané, a eu pour résultat, le soulèvement de longues chaînes de montagnes, l'exhaussement de certaines parties du sol au-dessus du niveau de la mer, et l'envahissement par celle-ci, d'îles et de continents déjà anciens; ensorte qu'à chaque révo-lution nouvelle, presque tous les êtres organisés existants ont disparu et ont fait place à de nouvelles générations, mieux appropriées au nouvel état physique de la surface du globe que nous habitons.

5.^o enfin, que s'il est vrai de dire qu'il n'y a pas impossi-bilité absolue, à ce qu'une comète d'un volume et d'une densité assez considérable, vienne un jour choquer la terre, l'ébranler jusque dans ses fondements, et occasionner à sa surface, une de ces grandes révolutions qui anéantirait sans exception tous les êtres existants, on peut affirmer qu'aucune rencontre de ce genre n'a eu lieu dans les anciens âges, du moins, depuis le moment où la pellicule extérieure a pris en se refroidissant, une figure et un état permanent d'équilibre stable, en vertu de son mouvement de rotation autour d'un axe invariable.

DES BLOCS ERRATIQUES.¹

En nous appuyant sur les travaux des plus illustres géomètres du 18.^e siècle, et en particulier, sur ceux plus récents de Laplace, Fourier et Arago, nous sommes arrivé à démontrer, d'une manière incontestable, que la terre a été autrefois soumise à une très-haute température qui a pénétré toute sa masse, et lui a communiqué une fluidité parfaite, qui s'est étendue jusqu'à une très-grande profondeur au-dessous de sa surface, et probablement jusqu'à son centre.

Notre globe, plongé ensuite dans un milieu beaucoup plus froid, s'est successivement refroidi suivant une loi difficile à déterminer. Mais on doit admettre, cependant, que le refroidissement d'abord très-rapide, a dû diminuer de plus en plus, à mesure que la croûte solide, que nous savons être peu conductrice du calorique, a augmenté d'épaisseur. D'après un calcul de M. Elie de Beaumont, le refroidissement de la surface, à partir de la solidification de la 1.^{re} pellicule, a été plus considérable que celui de la masse totale pendant 38 mille ans, et à partir de cette époque, le refroidissement moyen annuel a dû surpasser celui de la surface et le surpasse encore de plus en plus.

¹ On peut consulter : 1.^o Une note de M. Agassiz, sur les blocs erratiques et les glaciers; *Bulletin de la société géologique de France*, 2.^e série, tome 3, page 415; *idem*, tome 9, page 443 et 407. 2.^o une notice de M. Desor, sur la structure des glaciers, même volume page 528. 3.^o plusieurs observations sur les terrains erratiques; *Bulletin de la société géologique de France*, 2.^e série, tome 4, pages 641 à 650, et une foule d'autres mémoires sur le même sujet insérés dans les divers volumes de la 1.^{re} et 2.^e série des *Bulletins de la société géologique de France*. Voyez aussi l'ouvrage intitulé des *Glaciers et des Climats*, par H. Lecoq, *Principes de géologie* de Lyell, etc.

Mais, quelqu'ait été la loi de ce refroidissement séculaire, la surface de notre planète, malgré l'énorme quantité de chaleur qui réside encore dans son intérieur, est arrivée à un état permanent de température, dont les variations annuelles ne doivent plus être attribuées qu'à l'action des rayons solaires. Si donc, la surface terrestre a éprouvé jadis, une température de beaucoup inférieure à celle qu'elle possède actuellement, ainsi que le prétendent quelques géologues grands partisans de l'extension indéfinie des glaciers, il faudrait en chercher la cause, soit dans un affaiblissement momentané de la chaleur solaire, soit dans une modification profonde dans les éléments de l'orbite terrestre. Rien ne prouve que depuis l'apparition de l'espèce humaine sur la surface du globe, la chaleur du soleil ait éprouvé aucune diminution sensible; et quand bien même on parviendrait à démontrer, que la lumière et la chaleur de cet astre, sont susceptibles de s'affaiblir graduellement après une longue suite de siècles, la théorie des glaciologistes n'en pourrait tirer aucun avantage, puisqu'il faudrait prouver encore, qu'après avoir subi une notable diminution pendant une longue période de temps, la chaleur solaire a pu reprendre peu à peu son intensité primitive. On a cherché, il y a quelques années, à renouveler une idée déjà ancienne, qui consiste à attribuer ces prétendues alternatives d'augmentation et de diminution de la chaleur solaire, à l'absence ou à la présence des taches sur le disque de cet astre¹. Mais rien

¹ Les taches du soleil ont été observées pour la première fois en 1611, mais leur existence constatée remonte au moins aux premières années de notre ère (*Annuaire des Longitudes*, pour 1842, page 460). Si donc, les taches solaires étaient, comme quelques savants l'ont pensé, des parties solidifiées de la surface du noyau liquide du soleil, toute sa surface serait recouverte d'une pellicule solide continue depuis un grand nombre d'années, car, en admettant seulement un refroidissement d'un demi degré par siècle:

jusqu'à présent n'est venu justifier cette hypothèse, car il a été reconnu que des hivers très-rigoureux et des étés très-chauds, ont eu lieu malgré l'absence ou la présence de ces taches¹.

L'immense développement qu'ont acquis les terrains de transport anciens, dans toutes les grandes vallées qui descendent des hautes sommités de la chaîne des Alpes, a depuis longtemps fixé l'attention des géologues. Mais ce qui a surtout excité leur étonnement et exercé leur sagacité, c'est l'existence de ces nombreux blocs erratiques², qui gissent épars, au milieu des terrains diluviens, dans toutes les vallées de la Suisse, et qu'on rencontre également sur les pentes du mont Salève, sur les plateaux du Jorat et jusque sur le versant oriental du Jura, à une hauteur de plus de 1200 mètres au-dessus du niveau de la mer³.

Bien des suppositions ont été faites, pour arriver à une explication satisfaisante du mode de transport de ces masses

ce qui n'est que la moitié du chiffre adopté par M. Pouillet, la température de cette surface depuis 2000 ans se serait abaissée de 10° au-dessous de son point de congélation.

¹ Voyez dans l'*Annuaire des Longitudes*, pour 1842, l'*Analyse historique et critique de la vie et des travaux de sir William Herschell*, page 514. Voyez aussi un mémoire de M. Gauthier. *Bibliothèque universelle de Genève*, année 1844, tome 51, page 327; et les observations de M. Angelot, sur la théorie des glaces universelles; *Bulletin de la société géologique de France*, tome 12, pages 98 et suivantes. Consultez enfin un autre mémoire du même auteur, sur les conséquences de l'attraction relativement à la température du globe terrestre, etc. *Même bulletin*, tome 11, page 156.

² La plupart de ces blocs sont composés de granits, de protogines, et d'autres roches dures, dites primitives, provenant des Alpes centrales. Quelques-uns cubent 10,000 mètres et sont situés à 25 ou 30 lieues de leur origine. Labèche, *Manuel de géologie*, page 205 à 228.

³ Voir une note de M. Thurmann, sur la dispersion des blocs erratiques dans le Jura et dans la grande vallée suisse; *Bulletin de la Société géologique de France*, tome 9, page 437.

si volumineuses, situées à des distances aussi considérables de leur point de départ, et dont quelques-unes sont posées, pour ainsi dire, en équilibre instable, sur des pentes de plus de 30 degrés et à des hauteurs d'environ 900 mètres au-dessus de la plaine ¹.

M. Léopold de Buch ², qu'un long séjour dans le pays de Neuchâtel, a mis à même de bien étudier cette question, a remarqué, depuis longtemps, que ces dépôts de blocs de roches primitives, ne sont pas indifféremment répandus sur toute la chaîne du Jura; mais qu'ils se trouvent en plus grande abondance, et à de plus grandes hauteurs, vis-à-vis de toutes les vallées principales des Alpes, telles que celles du Rhône, de l'Aar, de la Limmat, de la Reuss et de l'Arve; que de plus, chacun de ces dépôts se distingue très-bien de tous les autres, par la nature des roches qu'on y rencontre, et que, tous offrent cet autre caractère remarquable, qu'ils sont limités aux pentes du Jura, et qu'on ne trouve point de roches analogues dispersées sur les plaines qui séparent cette chaîne de celle des Alpes. Ainsi, dans le dépôt situé en face de la vallée du Rhône, et dont le centre est à la montagne de Chasseron, aux environs de Neuchâtel et d'Yverdon, il n'y a de rochers qu'à une certaine hauteur sur la pente du Jura, car il n'y en a pas, ou du moins que très-peu, sur les bords du lac de Neuchâtel, ni dans tout le pays de Vaud. Seulement, quelques sommités intermédiaires plus élevées en présentent quelques-uns sur leur côté opposé aux Alpes, comme si elles avaient arrêté ces rochers dans leur trajet: mais alors,

¹ Voyez les *Études sur l'histoire de la terre*, par Bouchepon, chapitre 4, p. 105, et l'essai sur les glaciers et le terrain erratique du bassin du Rhône, par Charpentier.

² *Annales de chimie et de physique*, année 1818, tome 7, page 17, et tome 10, page 241.

les parties du Jura opposées à ces sommités intermédiaires, sont peu chargées de blocs primitifs, ces sommités leur ayant servi d'abri.

Ayant donc reconnu que ces roches sont venues des Alpes, en suivant la direction des vallées qui leur sont opposées, M. de Buch a été conduit à supposer que « les blocs de
« roches primitives, que l'on trouve sur le Jura, y ont été
« poussés par un courant d'eau analogue aux torrents actuels,
« mais infiniment plus considérable, lequel, tant par son
« extrême rapidité, que par le mélange de la grande quantité
« de matières terreuses qu'il tenait en suspension, était ca-
« pable de vaincre suffisamment l'action de la gravité sur les
« blocs, pour les empêcher de tomber ailleurs que sur les
« digues que ce courant a rencontrées dans son cours; et
« les observations faites lors de la débacle de la vallée de
« Bagnes tendent à appuyer cette conjecture ».

Deluc, qui trouvait cette opinion de M. de Buch beaucoup trop hardie, faisait sortir les blocs erratiques de l'intérieur de la terre, au moyen d'une explosion *subite* causée par un dégagement instantané de fluides élastiques¹: dégagement qui fut provoqué par le refoulement des gaz comprimés et des eaux de la mer, lors du bouleversement des couches minérales. On sait en effet, que Deluc, pour expliquer la formation des vallées et le relèvement des couches, suppose que les montagnes se sont affaissées dans d'immenses cavernes.

¹ *Annales de chimie et de physique*, année 1818, tome 8, page 134.
— Voyez aussi un travail du même auteur, intitulé: *Mémoire sur les blocs de granits épars dans les vallées qui entourent la chaîne du Mont-Blanc*; *Bulletin de la Société géologique de France*, t. 10, p. 363 à 376. — *Sur les blocs erratiques alpins*, par le même, *Bull.*, t. 9, p. 365.
— Idem sur la cause du transport des blocs erratiques, dans le nord de l'Allemagne; *Bull. de la Société géolog. de France*, 2.^e série, t. 4, p. 170.

Or, la rupture de ces grandes cavités souterraines devait avoir produit et ce dégagement des fluides élastiques, et la destruction d'une grande partie des montagnes, ainsi que la dispersion de leurs débris à des distances considérables¹. Mais cette explosion aurait dû rejeter des débris dans tous les sens et non pas seulement sur le Jura, et les parties de cette chaîne abritées par des montagnes élevées n'en auraient pas été exemptées. Cette hypothèse est donc inadmissible.

Un anonyme, qui n'adopte aucune de ces deux opinions,² veut que les blocs erratiques qui se rencontrent sur le Jura, tant sur sa pente orientale que sur sa pente occidentale, soient venus originairement des Alpes par leurs vallées, très-probablement à la faveur des eaux ou des glaces, et qu'ils ont été soulevés lors de la formation du Jura par relèvement. Mais comme la chaîne des Alpes est de beaucoup postérieure à celle du Jura, cette supposition tombe d'elle-même et ne mérite pas qu'on s'y arrête plus longtemps.

Dolomieu, supposant que la grande vallée suisse située entre le Jura et les Alpes, présentait autrefois un sol uni et incliné, d'une manière plus ou moins uniforme, depuis le sommet des Alpes jusqu'au faite du Jura, faisait descendre les blocs erratiques sur cette espèce de *plan incliné*. Mais la pente de ce plan qui aurait été, au plus, de $1^{\circ}, 9'$, paraît insuffisante pour que des blocs de plusieurs mille mètres cubes puissent parcourir, en glissant, des distances aussi considérables. Il faudrait, d'ailleurs, admettre que la grande vallée qui s'étend, de Genève à Soleure, est une vallée d'évasion, ce qui

¹ M. Gemellaro, dans un mémoire intitulé *Idées sur la formation de la croûte du globe*, a aussi cherché à expliquer le gisement des blocs erratiques, par la vapeur d'eau, brisant l'écorce minérale du globe; voyez *Bull. de la Société géologique de France*, tome 6, page 27.

² *Annales de chimie et de physique*, t. 8, année 1818, page 518.

n'est pas démontré, tandis qu'il est à peu près prouvé que son existence est antérieure au dépôt du terrain de transport ancien et des blocs erratiques.¹

Une foule d'autres hypothèses, plus ou moins ingénieuses, ont été inventées² pour rendre compte du phénomène erratique dans toute sa généralité. Mais les hommes les plus compétents et les mieux placés, pour bien apprécier les faits dans leur ensemble, sont encore loin d'être d'accord sur ce sujet intéressant, et il est à craindre, malgré les nombreuses observations faites dans ces dernières années par plusieurs géologues distingués, tant en Europe qu'en Amérique, que la question ne reste, longtemps encore, indécise.

Les rapports intimes qui semblent exister entre les glaces des zones polaires, et la dispersion du terrain erratique dans le nord de l'ancien et du nouveau continent, l'absence de tout terrain de cette espèce vers les régions tropicales³, ont fait naître, dans ces dernières années, une opinion très-extraordinaire, qui a été défendue avec beaucoup de talent et toute l'énergie d'une profonde conviction⁴. Cette opinion, qui est celle des glacialistes, consiste à supposer qu'aussitôt après le

¹ Voyez un mémoire de M. Charpentier, intitulé : *Quelques conjectures sur les grandes révolutions qui ont changé la surface de la Suisse*, etc.; *Biblioth. univers. de Genève* pour 1836, deuxième série, tome 4, page 1.

² Voyez *Essai sur les glaces et les terrains erratiques dans la vallée du Rhône*, par Charpentier, pages 171 à 241. — Notice sur les causes probables du transport des blocs erratiques de la Suisse, par le même, *Annales des mines*, troisième série, tome 8, page 219.

³ Lyell, *Nouveaux éléments de géologie*, page 159.

⁴ Sur les traces d'anciens glaciers dans les Alpes du Dauphiné, par J. Renoir; *Bulletin de la Société géologique de France*, t. 12, p. 68 à 85. — Sur la théorie des glaces universelles, par M. Angelot, même volume, page 94; voir également les pages 134, 270, 508, 400 à 412 du même tome.

dépôt des dernières couches du terrain tertiaire, la surface du globe a éprouvé dans un temps très-court, un refroidissement considérable, à la suite duquel des couches épaisses de neige et de glace ont recouvert les deux hémisphères, depuis les pôles jusqu'au delà des régions tempérées. Suivant cette hypothèse, les blocs erratiques du nord de l'Europe auraient été transportés par d'énormes glaciers qui, seraient descendus des hautes vallées des Alpes scandinaves, auraient traversé la mer Baltique et envahi les plaines immenses de la Finlande, de la Russie et de la Prusse, jusqu'aux environs de Berlin, sous le 50.^e parallèle.¹

Dans les vallées de la Suisse, les glaciers se seraient également étendus infiniment au delà de leur limite actuelle, et celui de la grande vallée du Rhône en particulier, franchissant le lac de Genève et la vallée de l'Aar, aurait recouvert toute la Basse-Suisse, et se serait élevé le long des pentes jurassiques, jusqu'à une hauteur d'environ 1400 mètres au-dessus du niveau de la mer; de sorte que, ce glacier aurait eu alors, dans une grande partie de son étendue, une puissance ou épaisseur d'environ 1000 à 1100 mètres.²

M. Charpentier,³ rejetant tout abaissement anormal dans

¹ Résumé des principales observations géologiques faites dans la Russie septentrionale, par MM. Murchisson et de Verneuil; *Bulletin de la Société géologique de France*, tome 12, page 64.

Observations faites en Russie, par M. E. Robert, pendant l'année 1839; *Bulletin de la Société géolog. de France*, tome 1, pages 310 à 330.

² Difficultés que présente l'explication des phénomènes erratiques des Alpes et des Pyrénées, d'après la théorie glaciaire, par Durocher; *Bull. de la Société géolog. de France*, deuxième série, tome 4, page 86.

Voyez aussi *Bull. de la Société géolog. de France*, premières séries, . 11, p. 398 à 401. — Et le chapitre 4 de l'ouvrage déjà cité, de M. de Bouchepon, page 105.

³ *Essai sur les glaciers et les terrains erratiques du bassin du Rhône*;

la température générale du globe, abaissement que rien ne justifie, admet que cette extension extraordinaire des glaciers alpins, provient d'un changement momentané de climat, occasionné par un violent cataclysme qui a bouleversé l'hémisphère boréal sur une grande partie de son contour et opéré le dernier soulèvement de la chaîne principale des Alpes.

Sans renoncer entièrement à l'hypothèse que les Alpes ont eu jadis une plus grande élévation qu'aujourd'hui¹, supposition qu'il regarde comme insuffisante, pour expliquer un phénomène aussi général que celui de la dispersion des débris erratiques, il admet, que partout où cette grande catastrophe s'est fait sentir, elle a occasionné de nombreuses fentes ou crevasses, au fond des quelles des masses considérables d'eau, tant pluviales que fluviales, lacustres ou marines, ont pénétré jusqu'à une profondeur suffisante, pour rencontrer une température capable de les réduire en vapeurs. Alors ces vapeurs remontant au jour, se répandaient dans l'atmosphère pour s'y condenser, et selon la saison, s'y précipiter en pluie ou en neige.

Ces vapeurs d'abord brûlantes, dûrent bientôt, par suite du refroidissement des parois des fissures qui leur livraient passage, parvenir à la surface, avec une température peu différente de celle des couches inférieures de l'air ambiant; et comme ces fentes ou crevasses, n'ont pu se boucher que par

Lausanne 1841, pages 247 et 311. — Notice sur quelques phénomènes de l'époque diluvienne, par M. Studer; *Bulletin de la Société géologique de France*, tome 11, page 49.

¹ Voyez dans le *Bulletin de la société géologique de France*, tome 6, page 52; une notice de M. Boussaingault, sur les tremblements de terre des Andes, dans laquelle l'auteur traite la question de l'abaissement des montagnes.

tassement, ou par des dépôts tant cristallins que sédimentaires ou détritiques, il paraît probable que ces dégagements de vapeur, se sont effectués pendant un temps très-considérable.

Ces vapeurs, en se répandant dans l'air, en augmentèrent considérablement l'humidité; puis, en se convertissant en brouillards et en nuages et en interceptant ainsi, plus ou moins complètement, les rayons solaires, elles durent apporter de grandes modifications dans les climats situés entre le 22.^e parallèle et les hautes latitudes boréales. Toutes ces contrées étant ainsi devenues plus humides et plus froides qu'elles ne l'étaient auparavant, on comprend comment les glaciers alpins, ont pu prendre une extension considérable, sans qu'il soit besoin d'avoir recours à un froid excessif de température égal à celui de la Sibérie, qui aurait envahi presque toute la surface du globe.

En définitif, M. Charpentier, pour expliquer le séjour des nombreux blocs granitiques, qui forment sur les pentes orientales du Jura, une ligne sinueuse et brisée dont le sommet se trouve aux environs de Vuitebœuf, à 1417.^m au-dessus du niveau de la mer, et dont les deux extrémités vont en s'abaissant, l'une vers Gex et l'autre vers Soleure, suppose que le climat de Genève, s'est assez modifié, pour que le grand glacier du Rhône, ait pu traverser la plaine qui sépare les Alpes et le Jura et s'avancer sur les pentes de cette dernière montagne, en conservant la forme d'un comble à faite très-surbaissé, jusqu'aux limites que nous venons d'indiquer: limites qui auraient ainsi formé sa *moraine frontale* la plus avancée.

Cette théorie est sans contredit fort ingénieuse et pourrait être admise, si elle ne devait servir qu'à expliquer un phénomène tout à-fait local et passager. Mais elle devient inconciliable avec les faits, dès qu'il faut supposer, que cet état thermométrique a dû régner sur la presque totalité de notre

hémisphère, et se prolonger assez, pour que l'énorme quantité de débris erratiques, que l'observation a fait reconnaître dans un très-grand nombre de localités différentes, ait eu le temps de se déposer.

D'ailleurs, dès qu'on suppose que ces vapeurs viennent de grandes profondeurs, il est à peu près certain, qu'elles arriveront à la surface avec une température supérieure à celle de l'air ambiant; et dans ce cas, elles seront plutôt une source de chaleur qu'une cause de refroidissement: à la vérité, si les brouillards qu'elles formeront, interceptent les rayons solaires, on aura des étés un peu moins chauds et plus humides, et des hivers beaucoup moins froids et plus brumeux. L'hiver, il tombera plus de neige sur les hautes cimes des montagnes, mais aussi l'été, il y aura dans la plaine et le fond des vallées, des pluies chaudes très-abondantes, qui seront éminemment favorables à la fusion des glaciers¹; de sorte que sous un tel climat leur extension, du moins dans des limites tant soit peu étendues, devient fort problématique.

Dans un mémoire récemment publié², M. Durocher, a très-bien démontré à notre avis, que le développement des glaciers du premier ordre et leur inégale répartition sur les régions

¹ Voyez *Histoire des progrès de la géologie*, par M. le vicomte d'Archiari, page 266.

² Études sur les glaciers du nord et du centre de l'Europe; *Annales des mines*, 4.^e série, tome 12, page 6. — Consultez aussi les mémoires suivants du même auteur: 1.^o *Faits pour servir à l'histoire des phénomènes erratiques de la Scandinavie*; *Bulletin de la société géologique de France*, 2.^e série, tome 3, page 63. — *Remarques à ce sujet* de M. Ch. Martins, *idem* page 102 et 253, et réponse de M. Durocher, *idem* page 250. 2.^o *Etudes sur les phénomènes erratiques de la Scandinavie*; *Bulletin de la société géologique de France*, 2.^e série, tome 4, page 29. — *Remarques sur ce mémoire* de M. Ch. Martins, et réponse de l'auteur, même volume, page 89 et 107.

montagneuses de notre hémisphère, se rattachent à des causes beaucoup plus compliquées, qu'on ne semble le croire au premier abord et qu'ils dépendent non-seulement du climat, mais encore de l'élévation et de la forme des montagnes, sur le sommet des quelles on trouve des neiges perpétuelles. Si donc il était vrai, que le glacier diluvien de la vallée du Rhône, a pris jadis une extension de plus de 20 myriamètres, et qu'il a acquis une puissance de plus de 1000 mètres, il faudrait en conclure que le climat de cette vallée était bien différent de ce qu'il est maintenant; car, l'auteur n'évalue pas à moins de mille mètres l'abaissement de niveau *minimum* qu'aurait dû éprouver la limite des neiges perpétuelles dans les Alpes suisses, pour que les glaciers pussent descendre dans le bassin qui sépare les Alpes du Jura.¹

La théorie de M. Charpentier, s'appuie d'ailleurs sur une hypothèse, aujourd'hui reconnue fausse, savoir: que l'extension des glaciers était une conséquence de leur *dilatation*, tandis qu'il est bien reconnu maintenant, d'après les récentes observations de M. Forbes, que les glaciers ne progressent que sous l'action de la gravité; progression qui, du reste, paraît favorisée par un certain état de *plasticité*, qui est dû

¹ « Quelques personnes, (ajoute encore M. Durocher, page 60,) ont
« pensé que le niveau de la plaine suisse, se trouvant seulement à 700^m
« au-dessous de l'extrémité inférieure des glaciers les plus bas, un refroidissement de 2 ou de 4 degrés suffirait pour abaisser l'extrémité des
« glaciers jusqu'au niveau du lac de Genève et leur permettre de s'étendre
« jusqu'au Jura; mais cette opinion me paraît inadmissible; si en effet, dans
« les Alpes, quelques glaciers s'abaissent jusqu'à 1120^m au-dessus de la mer,
« c'est qu'ils ont une pente de plusieurs degrés et n'ont à parcourir pour
« arriver à ce niveau, qu'une distance inférieure à deux myriamètres, tandis
« que la distance qui sépare le Jura de l'extrémité actuelle du glacier du
« Rhône est de plus de 21 myriamètres et l'inclinaison moyenne du sol est
« inférieure à $\frac{1}{2}$ degré. »

en grande partie à la nature poreuse de la glace dont ils sont composés et à la grande quantité de fissures remplies d'eau liquide qui divisent toute leur masse en un nombre infini de parties.¹ Quand bien même on voudrait supposer que le glacier du Rhône est descendu autrefois jusque dans les plaines de la Basse-Suisse et s'est étendue jusqu'au pied du Jura, il serait impossible d'admettre qu'il a pu en remonter les pentes jusqu'à une hauteur de plus de 1100 mètres².

Sans vouloir discuter plus longuement cette question, qui a déjà été le sujet d'une longue polémique entre plusieurs savants distingués, nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer que, si le climat de notre zone tempérée, a éprouvé jadis, une variation de température, capable d'occasionner une extension aussi considérable du grand glacier du Valais,

¹ *Études sur les glaciers du nord et du centre de la France*, par Durocher; *Annales des mines*, 4.^e série, tome 12, page 99.

La théorie du glissement, dont l'idée première appartient à Saussure, ne paraît pas cependant satisfaire à toutes les conditions du problème, et elle ne semble pas pouvoir suffire pour expliquer la progression des glaciers du Spitzberg, sur un sol qui reste toute l'année à l'état de congélation. Voyez les *Recherches sur les glaciers, les glaces flottantes et les dépôts erratiques*, par M. Grange, page 13, et l'analyse de ce mémoire; *Bulletin de la société géologique de France*, 2.^e série, tome 3, page 280. D'après les observations de M. Durocher, aucun glacier situé soit dans les Alpes, soit au Spitzberg, soit en Norwège, ne se meut sur une étendue de quelques kilomètres avec une pente notablement inférieure à 3°. Or M. Élie de Beaumont, qui a formé un tableau des pentes du terrain erratiques de la vallée du Rhône dans les Alpes, a montré que l'inclinaison de la limite supérieure de la zone erratique, n'est en moyenne que de 20' du Grimsel au Chasseron; elle s'abaisse en quelques endroits à 5' et n'est jamais supérieure à 2° 45'. *Annales des mines*, 4.^e série, tome 12, page 122.

² *Études sur les phénomènes erratiques de la Scandinavie*, par M. Durocher; *Bulletin de la société géologique de France*, 2.^e série, tome 4, page 86.

toutes les sommités du Jura, devaient être alors plongées dans la région des neiges perpétuelles. Par conséquent, il a dû se former dans toutes les gorges de ces montagnes, de nombreux glaciers, qui descendant sur leurs pentes, auront fini par rencontrer le glacier suisse en des points plus ou moins éloignés de leur base. On devrait donc trouver au pied du Jura, une moraine terminale, composée d'un mélange de roches jurassiques, avec celles provenant des hautes sommités des Alpes: or rien de semblable n'a été signalé jusqu'ici par les nombreux observateurs qui ont exploré le pays avec le plus de soin.

Les partisans de l'extension des glaciers, supposent que cette période géologique, a précédé celle du transport des galets diluviens, qui sont si abondamment répandus dans toute la vallée du Rhône.¹ Nous avons trouvé au fort l'Écluse, à plus de 700 mètres au-dessus du niveau de la mer, des galets amphiboliques qui proviennent incontestablement des Alpes, et qui probablement ont été arrachés à d'anciennes moraines glacières. Pour que ces nombreux galets soient arrivés à cette hauteur, sur le versant occidental du Jura, il faut admettre nécessairement que les courants qui les transportaient tumultueusement au milieu de leurs flots impétueux,² se sont élevés au moins jusqu'à cette limite, et cela, pendant un temps assez court, puisque le terrain diluvien n'a pas acquis, en

¹ Suivant M. Élie de Beaumont, au contraire, les blocs erratiques du Jura seraient contemporains du diluvium alpin et des galets de la Crau. *Recherches et Annales des Sciences naturelles*, tome 19, page 60, paragraphe 2, — et page 72.

² Non-seulement les torrents et les rivières transportent les galets en les roulant sur le fond de leur lit; mais encore ils les font avancer par bonds tumultueux, en sorte que ces galets peuvent franchir des digues et des obstacles verticaux d'une assez grande hauteur.

général, dans la vallée du Rhône, une épaisseur très-considérable¹.

Le Rhône, au fort l'Écluse, coule dans un étroit passage, de 40 mètres de large, creusé dans le cal. jurassique supérieur et situé à 100 mètres au-dessous du niveau de la route. A ce niveau, sa largeur n'est que de 150 mètres; et, à la hauteur du réduit qu'on nomme *les cavernes*, à 759 mètres au-dessus du niveau de la mer, (450 mètres au-dessus du Rhône), le débouché n'a encore que 400 mètres de largeur. Si l'on examine les phénomènes d'érosion qui se manifestent journellement dans les calcaires durs et cristallins qui existent, soit à la perte du Rhône, soit au confluent de la Valserine près de Bellegarde, on sera convaincu que c'est le Rhône qui, peu à peu, et pendant une longue période, a creusé ainsi son lit.² Toute la Basse-Suisse a donc formé, ainsi que Saussure

¹ M. Élie de Beaumont a trouvé que dans les environs de Rives et de Tullins (Isère), le terrain de transport ancien atteignait une puissance d'au moins 600 mètres. *Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe*, etc., chapitre 4. *Annales des sciences naturelles*, tome 19, page 19. Mais le Diluvium alpin ne paraît pas avoir acquis une aussi grande épaisseur, quoiqu'il se soit élevé sur les pentes des montagnes qui bordent nos principales vallées à des hauteurs assez grandes au-dessus du niveau de la mer. Il est donc vraisemblable que la période géologique, pendant laquelle s'est formé le Diluvium alpin, a duré beaucoup moins longtemps que celle qui a donné naissance au terrain de transport ancien, et pendant laquelle les mastodontes, les rhinocéros, les éléphants et l'ours des cavernes ont pu se multiplier dans nos contrées.

² Le Rhône a creusé son lit au confluent de la Valserine, dans un sol dur, compact et cristallin, qui appartient à la formation crayeuse. Sa largeur est d'environ 8 à 10 mètres, et il est encaissé entre deux murailles verticales d'environ 50 mètres de hauteur. Le lit de la Valserine est également encaissé, mais il est beaucoup plus large, 50 mètres au moins. Cette portion du lit est à sec pendant les basses eaux; alors le torrent coule avec fracas dans une profonde échancrure, qui n'a pas en certains

l'a depuis longtemps démontré,¹ un grand lac dont le niveau moyen a pu s'élever jusqu'à une hauteur de 600 à 700 mètres au-dessus de la plaine, et dont le trop plein se deversait entre les deux montagnes du *Wache* et du *Crêt de la goutte*,² sur l'emplacement même occupé actuellement par le fort de l'Écluse.

L'existence d'un lac qui aurait ainsi recouvert toutes les plaines de la Suisse, et pénétré dans toutes les grandes vallées des Alpes, nous a conduit à adopter l'opinion, qui fait transporter les blocs de granit posés sur les flancs du Jura, par des glaçons qui, poussés par les courants descendus des

endroits plus de 50 centimètres de largeur. Il arrive même, quelque fois, que les deux bords sont réunis, et que l'on peut franchir le torrent sur un pont naturel, qui n'a généralement que quelques pieds de largeur. Toute la surface du premier lit est composée d'une roche dure, lisse, polie et glissante comme du marbre. On y trouve de nombreuses cavités ou puits circulaires, de plusieurs décimètres de profondeur, qui paraissent avoir été creusés par les eaux à l'époque des grandes crues. Des puits semblables qui se rencontrent sur la surface des rochers qui bordent le Rhône dans la vallée, et qui se trouvent à plus de 60 mètres au-dessus de son niveau actuel, indiquent que ce fleuve a autrefois coulé à cette hauteur.

¹ *Voyage dans les Alpes*, tome premier, pages 154 et suivantes.

² La montagne dite *Crêt de la goutte sur Collonge*, qui forme l'extrémité méridionale du Jura, et sur le flanc de laquelle ont été construits les forts et fortins de l'Écluse, a ses couches inclinées d'environ 70 à 75° vers le nord nord-est. L'inclinaison et la direction des couches de la montagne du *Wache* située de l'autre côté du fleuve, est identiquement la même; il est donc possible, que l'échancrure qui existe actuellement entre les deux montagnes, ne soit pas l'effet d'une fracture par commotion violente, mais qu'elle soit simplement le résultat d'une action érosive des eaux. Peut-être aussi, ces deux causes réunies, ont-elles contribué à former cet étroit passage. Quoiqu'il en soit, on ne peut disconvenir que jadis le lac de Genève a envahi toute la plaine, et qu'il s'est élevé à une hauteur considérable au-dessus de son niveau actuel.

hautes vallées alpines, auraient flotté sur ce lac immense, soit au moment du soulèvement de la chaîne principale des Alpes, qui a donné à ces hautes montagnes leur relief actuel, soit postérieurement à ce soulèvement. Il nous paraît évident, en effet, que tous ou presque tous les faits observés pourraient s'expliquer facilement, si l'on supposait que ce lac, dont le niveau était primitivement très-élevé,¹ et qui avait sans doute alors deux deversoirs, l'un au fort l'Écluse dans la vallée du Rhône, l'autre du côté de Soleure dans le bassin de l'Aar, s'est abaissé graduellement, du moins dans de certaines limites, et que les grands glaciers des Alpes n'ont atteint la surface de ses eaux qu'à des époques différentes et indéterminées.²

¹ Cet immense accroissement du lac, compris entre les Alpes et le Jura, et l'élévation de ses eaux jusqu'à une hauteur de 1400 mètres au-dessus du niveau de la mer, pourraient être une conséquence de la fusion accidentelle et presque instantanée des neiges qui occupaient les hautes cimes des montagnes, formant le système des Alpes occidentales, au moment de la convulsion qui a donné son relief actuel à la chaîne principale des Alpes, (du Valais jusqu'en Autriche), fusion qui, suivant M. Élie de Beaumont, aurait été occasionnée par le dégagement des gaz incandescents auxquels on attribue la formation des gypses et des dolomies. (*Recherches sur quelques-unes des révolutions du globe*, par Élie de Beaumont, note de la page 213.)

² Si l'on admet, ce qui est au moins très-vraisemblable, que les deux grands soulèvements de la chaîne des Alpes ont étendu leur influence jusqu'à la chaîne du Jura, et ont contribué ainsi à modifier le relief de ses principales sommités; ne pourrait-on supposer, qu'antérieurement au soulèvement de la chaîne principale, qui a eu lieu pendant le dépôt des terrains d'attérissement, de transport ou d'alluvion, il s'était déposé déjà, sur les pentes inférieures du Jura, un certain nombre de blocs erratiques formant une ligne de niveau, dont la partie centrale située en face du débouché de la grande vallée du Rhône, aurait été élevée jusqu'à son niveau actuel.

Cette hypothèse dont le but spécial se borne à donner une explication plausible du gisement anormal de gros blocs angulaires de granite, tant sur les flancs du Jura que sur ceux du mont Salève, nous fait comprendre aussi, comment des blocs très-volumineux de granite et de grunstein venant des Alpes, ont pu franchir le passage de l'Écluse et se répandre dans la vallée du Rhône jusqu'aux environs de Belley, à plus de 20 myriamètres de leur point de départ¹. Elle n'infirme en rien, d'ailleurs, les théories de MM. de Buch et Élie de Beaumont, qui attribuent l'immense dispersion du terrain erratique, dans toutes les vallées qui rayonnent autour des principaux massifs de montagne, à des courants extraordinaires qui auraient pris naissance vers leurs points culminants, par suite d'une grande révolution qui aurait amené une fonte extraordinaire et instantanée des glaces et des neiges éternelles que les siècles y avaient accumulées².

¹ Quoique certains *glacialistes* n'aient pas reculé devant l'idée de faire avancer un glacier alpin jusqu'aux portes même de Lyon, on ne peut admettre, raisonnablement, que ces blocs qui s'élèvent jusqu'à 900 mètres au-dessus du niveau de la mer, ont été transportés par un glacier. Voyez *Bulletin de la Société géologique de France*, première série, tome 9, page 366. — *Des climats et des glaciers*, par Lecoq, page 151. Voyez aussi, *Recherches* sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe, par Élie de Beaumont; *Annales des sciences naturelles*, tome 19, page 90.

² On peut consulter une *Lettre sur les phénomènes erratiques*, par M. Albert Mousson, suivie d'un *Mémoire* de M. Charpentier sur le même sujet; *Bulletin de la Société géologique de France*, 2.^e série, tome 4, pages 269 à 287. Voyez aussi la *Note* sur le terrain erratique du revers méridional des Alpes, par M. de Collegno, *Bulletin de la Société géologique de France*, deuxième série, tome 2, page 284. Voyez également *Recherches* sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe, par M. Élie de Beaumont, chapitre 3; *Annales des sciences naturelles*, tome 18, page 440.

On oppose il est vrai, à cette théorie, une assez grave objection: si les terrains erratiques ont été dispersés par de violents courants d'eau descendus des hautes cimes des Alpes, n'auraient ils pas dû combler tous les lacs de la Suisse, et ceux de la haute Italie? On suppose ainsi, implicitement, que le creusement de tous ces lacs, dont quelques-uns ont leur fond au-dessous du niveau général des mers¹, est antérieur à l'époque erratique, ce qui n'est pas prouvé. S'il est probable cependant, qu'ils doivent, en général, leur existence au soulèvement de la dernière chaîne des Alpes, rien n'empêche d'admettre que les affaissements du sol qui leur ont donné naissance, ont pu ne se déclarer qu'un certain temps après la fin de la période de soulèvement et lorsque déjà, la plus grande partie des masses détritiques avait été dispersée dans les régions inférieures des grandes vallées de montagne. A partir de cette époque, ces dépressions qui s'étendaient bien plus avant qu'aujourd'hui vers l'amont des vallées, ont commencé à se combler, par le charriage graduel des alluvions glaciaires, dont la masse principale, d'après notre hypothèse, ne devait pas arriver jusqu'aux limites actuelles de ces lacs.²

¹ Les sondes des principaux d'entre eux se trouvent consignées dans la grande carte géologique de France.

² Voyez ce que dit Saussure, sur le comblement du lac de Genève, pendant la période actuelle, *voyage dans les Alpes*, tome 1.^{er}, page 15.

Il est probable, que chaque lac en particulier a été formé par des causes toutes locales, dépendantes de sa position géographique. Ainsi, le bassin du lac de Genève qui, a eu jadis une bien plus grande étendue, a pu se former en même temps que le dernier soulèvement alpin, et n'avoir été comblé qu'en partie, par l'immense quantité de terrain erratique descendu des hautes sommités des Alpes, le grand courant du Rhône, ayant entraînés ces débris dans la plaine, suivant la direction *N.-N.-O.* de la partie inférieure de la vallée; et si les monts Jorats l'ont par la suite, obligé à s'infléchir vers Genève, les attérissements se sont formés à droite et à gauche du Talweg, comme cela a lieu dans nos grands cours

La théorie du transport des blocs erratiques des Alpes, que nous venons d'exposer, aussi sommairement qu'il nous a été possible, suppose que les glaciers alpins ont été autrefois plus étendus; et en cela, elle est d'accord avec toutes les observations faites jusqu'à ce jour: mais cette extension a été très-limitée, et il est probable que leur extrémité inférieure, ne s'est pas abaissée, en général, de plus de 450 à 500 mètres au-dessous de leur niveau actuel, ce qui leur eût donné encore, une altitude de 650 à 700 mètres.¹

D'après M. Martins², un abaissement de 2° dans la température moyenne de Genève qui est de 9° 56', suffirait pour amener le pied des grands glaciers des Alpes, à une altitude de 400 mètres.³ Il n'est donc pas nécessaire d'admettre un

d'eau modernes. Quant au lac de Neufchatel, il peut être considéré comme le reste d'une grande dépression, existante au pied du Jura, et qui n'aurait pas été comblée en totalité par les détritns alpins, répandus sur toute la plaine.

¹ *Élément de physique terrestre et de météorologie*, par Becquerel, page 127.

M. Élie de Beaumont, a trouvé dans la vallée de Chamouny et dans celle du Ferret, des digues de débris semblables à des *moraines*, situées à près de quatre kilomètres de l'extrémité inférieure des glaciers actuels; peut-être, ajoute-t-il, le Gulf-Stream qui rechauffe aujourd'hui l'Europe occidentale, n'existait-il pas encore, pendant les dernières périodes géologiques, qui ont précédé la nôtre.

² M. Renoir, assure avoir trouvé des traces d'anciennes moraines, entre Saint-Maurice en Valais et Bex, à environ 400 mètres de hauteur absolue; mais ce n'est peut-être qu'une exception; *Bulletin de la Société géologique de France*, tome 11, page 64.

³ M. Durocher ne partage pas cette manière de voir, et pense qu'un abaissement de 750 mètres, dans la limite des neiges perpétuelles, exigerait dans les Alpes, un abaissement d'au moins 4°; *Études sur les glaciers du nord et du centre de l'Europe. Annales des mines*, 4.^e série, tome 12, page 61. Voyez aussi *bulletin de la Société géologique de France*, 2.^e série, tome 4, page 118.

abaissement considérable de température, pour expliquer l'ancienne extension limitée des glaciers. Tout semble prouver en effet, qu'à l'époque de la formation du terrain erratique, la température moyenne annuelle de nos contrées, différerait très-peu de celle qui y règne actuellement, et si nos climats étaient alors un peu plus froids qu'ils ne le sont aujourd'hui, on peut en trouver une explication satisfaisante, sans sortir du cercle des phénomènes naturels qui nous régissent depuis la création du monde.

Déjà, dans la première partie de cette notice (p. 123), nous avons énuméré les causes multiples et variables, qui influent sur la température des climats terrestres à différentes latitudes. Ne serait-il pas possible d'admettre, que toutes les variations séculaires, qui sont une conséquence de notre mouvement de translation autour du soleil, se sont, à une certaine époque, coordonnées entre-elles, de manière que toutes celles de ces variations, qui tendent à modifier le régime de nos climats, ont eu lieu en même temps ?

Par exemple, l'axe de notre orbite qui, en vertu de la précession des équinoxes, parcourt une révolution entière, en 26000 ans à peu près, a dû prendre à une certaine époque, une position telle, que le périégée et l'apogée solaire étaient situés inversement de ce qu'ils sont maintenant.¹ Ainsi, c'était le 21 décembre, c'est-à-dire, pendant l'hiver de notre hémisphère que le soleil était le plus éloigné de nous, tandis que le 21 juin, époque de sa plus grande hauteur solstitiale sur notre

¹ Suivant Laplace, le grand axe de l'orbite terrestre correspondait à la ligne des équinoxes, l'an 4089 avant l'ère chrétienne; et ce même grand axe, était perpendiculaire à cette même ligne des équinoxes, l'an 1250 de notre ère; *mécanique céleste*, 3.^e volume, livre 6, page 129; *système du monde*, 2.^e volume, page 28.

horizon, il en était plus rapproché d'environ un million de lieues.

Comme la terre marche d'autant plus vite qu'elle se rapproche davantage du soleil, il en devait résulter que l'été était un peu plus court et l'hiver un peu plus long qu'aujourd'hui ; en sorte que, toute compensation faite, M. Arago¹ en a conclu, que la température moyenne annuelle devait rester la même. Mais il n'en résulte pas cependant, que la moyenne de l'hiver et celle de l'été fussent aussi identiques.

Notre hémisphère devait avoir alors, un été un peu plus chaud et un hiver un peu plus froid, et l'hémisphère opposé, un été plus tempéré et plus long, et un hiver plus court et moins froid que maintenant. Cet effet solaire pouvait être encore augmenté, par suite d'un léger accroissement de l'excentricité, et de l'inclinaison de l'écliptique sur le plan de l'équateur ; inclinaison qui pouvait avoir atteint le *maximum* que lui assignent les lois générales de l'équilibre, dont le concours sert à maintenir la stabilité de notre système planétaire.²

¹ Sur l'état thermométrique du globe, par M. Arago ; *Annuaire des longitudes*, pour 1834, pages 192 et suivantes. Voyez aussi le *mémoire de Poisson, sur la stabilité du système planétaire* ; additions à la connaissance des temps, pour 1836, page 54.

² « La température d'une portion donnée du globe, dépend non-seulement de la température générale du globe, mais aussi de la manière dont les lignes isothermes, étaient disposées pendant cette même période, sous l'influence de mers et de montagnes, configurées tout autrement, que ne le sont les mers et les montagnes de nos jours.

« La terre, pendant la période qui a précédé la nôtre, peut avoir été dans son ensemble, un peu plus chaude qu'aujourd'hui, et l'europe centrale peut avoir été soumise malgré cela, à un climat comparable à celui du Canada, où le phénomène du transport des blocs de rocher par les glaces, a été observé sous la latitude de 48 à 50 degrés. » Élie de Beaumont, *rapport sur le phénomène diluvien*, dans le nord de l'Europe, par J. Durocher, page 41.

Cet état climatérique, devait-être éminemment favorable à la formation et à l'extension des glaciers, dans les vallées de montagnes, dont les sommités dépassaient la limite des neiges perpétuelles; et, si nous supposons encore, ce qui est très-admissible, que les Alpes étaient autrefois un peu plus élevées qu'aujourd'hui; que de plus, tout le pays environnant était plus ombragé par de vastes forêts,¹ plus couvert de lacs, d'étangs et de marais, et par suite, plus humide que maintenant, on concevra très-bien, comment ces mers de glace ont pu acquérir dans les temps anciens, une beaucoup plus grande extension, quoique la température moyenne du climat, n'ait éprouvé que de très-faibles variations.²

¹ Il est aujourd'hui parfaitement reconnu, que le défrichement des vastes forêts qui couvraient le sol des États-Unis d'Amérique, y a rendu les hivers moins froids et les été moins chauds. (Becquerel, *élément de physique terrestre*, page 166 et pages 179 à 182.

² Supposons, par exemple, que peu de temps après la grande catastrophe qui a soulevé la chaîne principale des Alpes, la neige ait de nouveau envahi les hautes sommités de la chaîne du Valais; il en sera résulté assez promptement un glacier qui, descendant peu à peu la vallée du Rhône, aura bientôt rencontré la vaste nappe d'eau, dont il a déjà été question.

Une fois en contact avec la surface tranquille du lac, le glacier surnagera et il ne pourra ni s'enfoncer dans la profondeur, ni s'avancer au-delà d'une certaine limite, sans être brisé et démantelé à l'approche du printemps, par le mouvement des vagues, ainsi que cela a lieu dans les zones glaciales, sur les côtes du Groënland et de la baie de Baffin, toutes les fois qu'un glacier s'abaisse jusqu'au niveau de la mer. *Sur le phénomène erratique du nord de l'Europe*, par M. Daubrée; *bulletin de la Société géologique de France*, 1.^e série, tome 14, note de la page 575. *Études sur les glaciers du nord et du centre de l'Europe*, par M. Durocher; *Annales des mines*, 4.^e série, tome 12, page 99. Du transport de certains blocs erratiques de la Scandinavie et de l'Amérique Septentrionale par des glaces flottantes, etc, par Ch. Martins; *bulletin de la Société géologique de France*, 2.^e série, tome 4, page 1115. De temps en temps, de gros radeaux de glace seront ainsi détachés de la masse du glacier, et portés par des courants variables,

Les considérations qui vont suivre, justifieront encore cette manière de voir, et achèveront de donner à l'opinion, dont nous avons embrassé la défense, toute la certitude dont elle est susceptible.

De nombreuses observations ont fait connaître depuis longtemps, que la limite des neiges perpétuelles, n'est pas uniquement une fonction de la température moyenne annuelle et de la position géographique du lieu, mais qu'elle varie en hauteur, suivant une foule de circonstances, qui dépendent en grande partie du degré de sécheresse ou d'humidité des régions supérieures de l'atmosphère; de la direction habituelle des vents régnants, et de leur contact soit avec la terre, soit avec les eaux; de la nature, de la forme et de l'exposition des cimes qui atteignent à la région des glaces, comme aussi de la plus ou moins grande étendue des plaines environnantes, et de leur situation au bord de la mer ou à l'intérieur des continents.¹

Le Caucase et les Pyrénées, sont situés sous le même parallèle; et cependant, la limite des neiges se trouve dans les Pyrénées à près de 500^m plus bas que dans le Caucase.

Sur les pentes septentrionales de l'Himalaya, la limite est à 5067 mètres, tandis que sur les pentes méridionales, elle

tantôt sur les bords du bassin, tantôt sur des hauts fonds, ou plus généralement, sur les rives du lac situées en face de la vallée du glacier: là, ils s'échoueront et après une fusion lente, y déposeront tous les détritits dont ils étaient chargés. Cet état de chose suffisamment prolongé, l'écoulement lent et successif des eaux du lac, le remaniement d'une partie du terrain erratique par les vagues et les courants, suffiront, nous le pensons du moins, pour expliquer bien des faits observés, sans qu'on soit obligé d'admettre un abaissement considérable de température, qui aurait profondément modifié les climats de notre zone tempérée.

¹ *Cosmos*, 1 vol. p. 596. — *Géographie de Maltebrun*, nouvelle édition, tome 3, p. 77 et *Géographie physique*, par Huot, p. 62.

s'abaisse jusqu'à 3956 mètres, ce qui fait une différence de près de 1200 mètres.

Sur le mont Bolor (lat. $37^{\circ} 30' N$), les neiges ne persistent toute l'année, qu'à la hauteur de 5185 mètres, tandis que sur le mont Argœus, situé dans l'Asie mineure par ($38^{\circ} 33' N$), on les rencontre à 5262 mètres, ce qui établit en faveur de la chaîne méridienne du Bolor, une différence de 1863 mètres.¹

En Amérique, les neiges ne persistent pas au-dessus de 4800 entre les parallèles de 0 et de 25° de latitude sud ; tandis qu'en Abyssinie, sous le treizième degré de latitude nord, les montagnes du Semen, dont l'altitude atteint tout au plus 4600^m, en sont annuellement couvertes. Dans le mois de juillet, M. Ruppel a trouvé dans le col qui sépare les monts Buahat et Abba-Jaret, de la neige gelée et en abondance, à une hauteur de 4250^m seulement.²

L'orographie générale de notre hémisphère, à l'époque du dépôt du terrain erratique, devait sans doute être peu différente de ce qu'elle est actuellement. Mais la configuration géographique des mers et des continents ne ressemblait probablement en rien à ce que nous voyons aujourd'hui. Si, par exemple, la plupart de nos grandes vallées, comme le Rhin³ et le Rhône, formaient encore des lacs considérables dont les eaux très-profondes s'élevaient sur leurs flancs à plusieurs centaines de mètres de hauteur ; si la mer, ou plutôt si le vaste lac de la Bresse ne s'était pas encore écoulé ; si des eaux marines ou lacustre occupaient toutes les plaines du bas Langue-

¹ *Asie centrale*, tome 3, page 350 et 360.

² *Compte-rendu de l'Académie des Sciences*, tome 25, août 1847, page 489.

³ L'ancienne vallée du Rhin a été en partie comblée par les alluvions du fleuve. A Kehl, on a creusé un puits qui a atteint 50^m au-dessous du niveau des eaux, et l'on était encore dans le terrain de transport.

doc et de la Gascogne; si enfin, la chaîne de l'Atlas n'ayant point encore acquis toute sa majestueuse puissance, le grand désert du Sahara¹ était plongé sous les eaux de l'Océan, ne serait-il pas permis d'en conclure, que toutes ces circonstances réunies à celles déjà énumérées, ont pu suffire pour abaisser de plusieurs centaines de mètres, dans le Jura,² les Vosges et les Pyrénées, la limite des neiges perpétuelles, sans faire éprouver à nos climats des variations trop brusques de température?³ Cette conclusion acquerra d'ailleurs un plus grand degré d'évidence, si l'on fait attention que sur les Alpes, par 46° de lat. nord, la courbe des neiges perpétuelles s'élève à 2708^m : hauteur qui est à 20^m près, celle qu'elle atteint dans les Pyrénées sous le quarante-troisième parallèle.⁴

Depuis quelques années, on a cru retrouver dans les Vosges des traces d'un terrain erratique, que M. Renoir n'hésite pas d'attribuer à l'existence d'anciens glaciers.⁵ Plusieurs

¹ L'influence du Sahara ou grand désert africain, sur la température du midi de l'Europe, doit être considérable, car sous l'action prolongée des rayons solaires, cet immense désert peut s'échauffer jusqu'à 50 ou 60°. Humboldt, *Asie centrale*, tome 3, page 491.

² M. Agassiz, *Études sur les Glaciers*, page 299, prétend avoir reconnu de véritables moraines dans quelques-unes des vallées du Jura. (Voy. Lecoq, *des Glaciers et des Climats*, p. 171).

³ Dans les Karpathes par 49°, 40' de latitude nord, la limite des neiges perpétuelle commence à 1591 mètres.

⁴ Les températures moyennes du niveau de l'océan, pour les mêmes latitudes, seraient respectivement 44°, 3 pour les Alpes, et 45°, 7 pour les Pyrénées, *Asie centrale*, tome 3, page 360. — Voyez aussi le *Mémoire* déjà cité, de M. J. Grange, *sur les Glaciers et les dépôts erratiques*, pages 67 et suivantes.

⁵ Note sur les glaciers des Vosges, par Renoir, *Bull. de la Société géol. de France*, 1.^{re} série, tome 11, page 53. — *Idem*, page 398. — Notes de M. Leblanc, tome 12, p. 131 et 132. *Sur le terrain erratique des Vosges*, par E. Collomb, *Bulletin de la Soc. géol. de France*, 2.^e série,

géologues, parmi lesquels on peut citer MM. Élie de Beaumont et Schimper, ne partagent pas cette manière de voir et n'admettent pas que le terrain erratique des Vosges présente des caractères suffisants pour justifier la présence d'anciens glaciers dans cette chaîne de montagnes.¹ Si cependant de nouvelles observations venaient plus tard confirmer l'opinion de M. Renoir, les considérations précédentes serviraient à expliquer comment, il a pu se former dans les Vosges, un certain nombre de glaciers qui, d'ailleurs, n'auraient eu que de très-faibles dimensions.²

Ces mêmes considérations appliquées aux Pyrénées, expliqueront bien plus facilement encore, la formation des anciens glaciers dont l'existence a été reconnue dans quelques-unes des grandes vallées de ces montagnes, eussent-ils été aussi grands que le prétend M. de Bouchepon, qui leur assigne une étendue transversale de plus de 40 kilomètres.³

En effet, l'altitude actuelle des principales sommités de cette chaîne, dépasse de plusieurs centaines de mètres la limite assignée aux neiges perpétuelles, sous la latitude de 43°; Or, M. Charpentier, dans son *Essai sur la constitution géognostique des Pyrénées*, a essayé de démontrer, que cette chaîne a subi des dégradations telles, que ses crêtes primitives se sont considérablement abaissées. Cette opinion ac-

tome 3, pages 180 et 187. — *Idem*, tome 4, page 216. Voyez aussi, *Bull.*, 2.^e série, tome 4, p. 288 à 304.

¹ *Des Glaciers et des Climats*, par Lecoq, page 157.

² Pour obtenir dans les Vosges, par les latitudes de 48 à 49 degrés, des glaciers un peu considérables, il faudrait une modification telle, dans nos climats, que la limite des neiges perpétuelles s'abaissât de 1000 mètres, et supposer encore que l'altitude des principales sommités de cette chaîne a été portée à près de 1800 mètres.

³ *Études*, etc., p. 121.

quiert un très-grand degré de probabilité, quand on considère l'énorme quantité de débris erratiques qu'elles ont fourni :¹ car, non-seulement on rencontre de vastes amas de ces débris dans toutes les parties basses des anciennes vallées, mais l'on s'est assuré que le terrain de transport sous Pyrénéen, formait une immense nappe qui se continue sans interruption, sur toute la surface du pays compris entre le pied de ces montagnes, et le cours de l'Arriège, de la Garonne et du Gers.²

En admettant cette hypothèse qui porte avec elle un grand caractère de vraisemblance, on pourra se rendre compte de tous les phénomènes glaciaires des Pyrénées, pen-

¹ L'affaissement, ou plutôt la destruction partielle des crêtes pyrénéennes, est probablement contemporaine du soulèvement des ophites. L'apparition de ces roches éruptives, aurait été suivie d'une grande émission de gaz brûlants, qui auraient fondu les neiges et les glaces existantes sur ces hautes cimes, et il en serait résulté d'énormes torrents, qui auraient entraîné au loin, toute cette masse de roches brisées et disloquées en fragments plus ou moins volumineux. Un phénomène analogue, quoique sur une plus petite échelle, eût lieu en 1742, sur le Cotopoxi; et cette catastrophe, ainsi que la débacle de Bagnes en 1818, suffisent pour nous donner une idée de la puissance mécanique développée, dans ces circonstances, par les agents naturels. Voyez l'extrait d'un mémoire de M. Collegno, sur le terrain diluvien des Pyrénées, *Bulletin de la Société géologique de France*, 1.^{re} série, tome 14 page 402. — *Manuel de Labèche*, page 69. — Consultez également un mémoire intitulé : *sur l'hypothèse qui attribue les phénomènes erratiques des Pyrénées à une fonte subite des glaciers*, par M. Jean de Charpentier, *Bibliothèque universelle de Genève*, année 1845, tome 55, page 261; et *Bulletin de la Société géologique de France*, 2.^e série, tome 2, pages 405 et 406.

² Notice contenant quelques aperçus géologiques sur le département du Gers, par M. Lartet (*Annuaire du département du Gers*, pour 1829).

Voyez aussi un aperçu sur l'étude géologique de la Haute-Garonne, par M. François, ingénieur des mines, *Annuaire de la Haute-Garonne*, pour 1841.

dant les âges antérieurs, sans qu'il soit besoin de supposer que le climat de cette partie de la France, a subi depuis cette époque, une notable diminution dans sa température.

On trouve encore des terrains erratiques dans un grand nombre de pays, en Angleterre, en Irlande, en Ecosse, dans les Etats-unis, et généralement dans toutes les parties continentales qui entourent le pôle boréal. Ce phénomène, est surtout très-développé dans le nord de l'Europe, et son explication est une des parties la plus difficile et la plus controversée de la *théorie glaciaire*. Il s'agit en effet de savoir, s'il faut attribuer à un vaste glacier qui serait descendu des Alpes scandinaves et aurait traversé la Baltique, l'immense accumulation de terrain erratique qui, depuis le soixante-dixième degré de latitude septentrionale, jusqu'aux environs de Berlin, ont recouvert de blocs de granits et de calcaire silurien (provenants des montagnes de la Suède, de la Norwège et de la Finlande) la Hollande, le Hanovre, le Danemarck, le Mecklembourg, la Poméranie, la Westphalie, une grande partie de la Prusse, de la Pologne, de la Russie et en général toutes les plaines basses et sablonneuses, qui bordent la mer Baltique et la mer d'Allemagne, depuis l'Ems et le Weser jusqu'à la Dwina et la Nawa.¹

M. Durocher,² estime que pour qu'il pût se former et se

¹ Voyez le mémoire sur le phénomène diluvien, dans le nord de l'Europe par M. Durocher et le rapport de M. Elie de Beaumont, ce mémoire a été inséré dans le voyage en Scandinavie et en Laponie, exécuté de 1837 à 1840; partie géologique.

² Etudes sur les glaciers du nord et du centre de l'Europe; *Annales des mines*, 4.^e série, tome 12, page 61.

Notes sur le phénomène erratique du nord, comparé à celui des Alpes par M. Désor. *Bulletin de la Société géologique de France*, 2.^e série, tome 4; page 182. Comparaison entre les glaciers du Spitzberg et ceux

développer des glaciers, sur les plateaux bas et unis de la Scandinavie méridionale, il faudrait, abstraction faite de toute autre difficulté, que la limite des neiges permanentes, s'abaissât d'au moins 1500 mètres, ce qui entraîne une diminution de 9 degrés dans la température moyenne de cette contrée. Si l'on veut maintenant faire descendre ces glaciers jusqu'à la Baltique, puis, leur faire traverser cette mer pour envelopper tout le nord de l'Europe, depuis le pôle jusqu'au cinquantième degré de latitude boréale, d'un vaste manteau de glace, à quel degré de froid ne faudra-t-il pas descendre? et après avoir admis cette hypothèse, comment pourra-t-on concevoir encore, que de gros blocs de roche granitique ont pu ainsi, cheminer pendant l'espace de 250 lieues, au milieu d'un glacier dont la pente serait à peine de quelques minutes, même, en le supposant appuyé sur les sommités les plus élevées de la chaîne scandinave.¹

Cette hypothèse, qui se trouve en contradiction manifeste avec ce fait bien avéré aujourd'hui, que beaucoup de ces blocs erratiques sont enveloppés par un sable coquiller,² doit donc être rejetée; et il faut chercher, dans un autre

de la Suisse et de la Norvège, par Ch. Martins, *Bulletin de la Société géologique de France*, 1.^{re} série, tome 2, p. 282. Observations de M. E. Robert sur le même sujet, même vol. pages 298. Réponse de M. Martins, *idem*, page 309.

¹ Etudes sur les glaciers du nord et du centre de l'Europe, par Durocher, *Annales des mines*, tome 12, 4.^e série, page 122 M. Elie de Beaumont, affirme qu'il ne connaît dans les Alpes, aucun glacier un peu étendu, qui s'avance progressivement si sa pente n'est au moins de 30°.

² Brougniart, tableau des terrains qui composent l'écorce du globe, page 75. Etudes sur les phénomènes erratiques de la Scandinavie, par Durocher; *Bulletin de la Société géologique de France*, 2.^e série, tome 4, pages 52 à 64; voyez aussi la page 66. L'auteur y démontre que la presque totalité des dépôts de transport de la Scandinavie ne peut être assimilée à

ordre de phénomènes, une explication qui soit plus en harmonie avec les faits observés.

S'il était définitivement démontré, que les nombreuses stries parallèles qui se remarquent sur presque tous les rochers qui forment les flancs des vallées scandinaves, et qu'on retrouve même sur les plateaux les plus élevés, doivent être attribuées exclusivement aux glaciers, nous serions porté à considérer avec M. Murchisson et de Verneuil, les pentes les plus élevées de ces montagnes, comme ayant été le siège d'un grand nombre de glaciers, qui s'avançaient jusqu'à une vaste mer peu profonde, mais dont le niveau beaucoup plus élevé que celui de nos mers actuelles, recouvrait toutes les plaines basses de l'Europe, sur lesquelles on trouve des dépôts erratiques venant du nord-est. Cette mer diluvienne qui enveloppait de toutes parts, la chaîne qui sépare la Suède de la Norwège et de la Laponie, attaquait continuellement sa base, et sapait tous ses contreforts dont la destruction était encore accélérée par l'intempérie du climat. Alors, des courants d'une grande vitesse, dispersaient au loin ces nombreux débris et les mélangeaient sur toute l'étendue du bassin, avec les graviers coquillers arrachés à d'autres rivages, ou formés sur les lieux mêmes, ainsi qu'avec les gros blocs de granits, de syénite, de porphyre, etc., enclavés au milieu des glaces flottantes, que la vague détachait sans cesse des glaciers, qui occupaient le fond de toutes les grandes vallées.¹

des moraines. Voyez également le rapport déjà cité de M. Elie de Beaumont sur les voyages de M. Durocher, en Scandinavie et en Laponie.

¹ On pourrait admettre que pendant toute cette période, les vastes dépressions, qui constituent maintenant la mer Baltique, le golfe de Bothnie et celui de Finlande, n'étaient point encore creusées; et, l'on pourrait également supposer que les Alpes scandinaves étaient alors beaucoup plus élevées. M. Durocher, fait remarquer cependant, *Annales des mines*,

Cette période, que l'on peut prolonger un temps suffisant, pour satisfaire à tous les faits observés, aurait pris fin à l'époque où, par suite d'une grande révolution du globe, le fond de certains bassins maritimes s'étant affaissés, une grande partie des basses plaines de nos continents furent mises à sec, et prirent enfin une étendue et une configuration qui depuis, n'a varié que d'une manière presque insensible. Cette époque paraît coïncider avec le soulèvement de l'Atlas et de l'Himalaya occidental, contemporain du diluvium et du terrain quaternaire, selon M. de Bouchepon; ou, si l'on préfère adopter l'opinion de M. Elie de Beaumont, le diluvium répandu sur les plaines du nord de l'Europe, aurait été une conséquence du soulèvement de la chaîne scandinave; soulèvement, qui se serait effectué en même temps que celui de la chaîne occidentale des Alpes. Dans cette hypothèse, le dépôt du diluvium scandinave aurait cessé au moment où l'apparition de la chaîne principale des Alpes, est venue donner à notre continent européen, sa configuration actuelle.

M. Durocher, qui a beaucoup étudié la question sur les lieux même, n'adopte pas cette opinion. Il fait remarquer

4.^e série, tome 12, page 8; qu'au-dessus d'une certaine altitude qui dépend de la nature du climat, l'élévation des montagnes n'est pas la cause principale du grand développement des glaciers. En général, le volume immense des terrains clysmiens qui ont été arrachés aux hautes sommités de presque toutes les grandes chaînes de montagnes, prête un grand degré de probabilité, à toute hypothèse qui s'appuie sur la plus grande élévation qu'auraient eue leurs cimes dans les âges antérieurs, pour rendre compte de certains phénomènes géologiques, dont les causes nous sont encore peu connues.

¹ Etudes sur les phénomènes erratiques de la Scandinavie; *Bulletin de la Société géologique de France*, 2.^e série, tome 4, page 65. — Voyage de Scandinavie, *Géologie*, tome premier. — *Rapport* de M. Elie de Beaumont, page 37.

que la bande montagneuse, d'où auraient été détachés les blocs, est composée principalement de roches schisteuses et que le granite y est en petite quantité, tandis que la plus grande partie des blocs transportés vers le midi est formée de roche granitique; il suppose donc, que pendant les hivers de la période diluvienne, plus froids qu'ils ne le sont aujourd'hui, des glaces d'une assez grande épaisseur se sont formées sur des côtes basses et ont emprisonné les blocs qui s'y trouvaient; et qu'ensuite, ayant été mises a flot lors des débâcles du printemps, elles les ont transportées au loin. « Ce phénomène, « ajoute-t-il, qui se produit encore aujourd'hui sur une « petite échelle, sur les côtes de la Baltique et sur les bords « des fleuves et des lacs du nord de l'Europe,¹ a dû avoir « lieu pendant toute la série d'années où s'est faite l'émersion « graduelle des contrées scandinaves, émersion par suite de « laquelle les niveaux relatifs des roches et de la surface des « eaux ont varié d'une manière successive.²

La question du transport du terrain erratique dans le nord de l'Europe est, comme on le voit, encore fort controversée; et il serait difficile, dans l'état actuel de la science, d'établir une théorie qui permit d'expliquer ce grand phénomène dans tous ses détails. Tout ce qu'on peut inférer des observations les plus modernes, c'est que l'hypothèse d'une fusion instantanée des neiges et des glaces, que l'on a imaginée pour expliquer le transport des blocs erratiques dans les Alpes et les Pyrénées, ne peut s'appliquer à celui du nord de l'Eu-

¹ Lyell, *Principes de géologie*, tome 2, page 65.

² On trouvera, pages 39 et suivantes du rapport de M. Elie de Beaumont, déjà cité, un résumé des hypothèses au moyen desquelles M. Durocher, a essayé d'expliquer la formation du terrain erratique du nord de l'Europe; et dans le mémoire de M. J. Grange, pages 119 et suivantes, les objections qu'on peut opposer à cette théorie.

rope, et qu'il existe également contre la théorie des glacialistes, des objections insurmontables qui doivent la faire rejeter : enfin, que le mode de transport des gros blocs de granite par des radeaux de glace, paraît réunir le plus de chances en sa faveur. Mais, comme on n'est pas d'accord sur la manière dont se sont formés ces grands radeaux de glace, que d'ailleurs, le phénomène paraît être complexe et qu'il peut avoir été produit par des causes de natures diverses, encore mal définies, il convient d'attendre, pour formuler une nouvelle théorie qui puisse embrasser les faits dans toute leur généralité, que toutes les parties des régions scandinaves aient été plus minutieusement explorées, et que les effets erratiques aient été étudiés, non-seulement sur la surface de l'Europe septentrionale, mais encore dans tout le nord du continent Américain.¹

Les géologues sont loin de s'entendre sur le mode de formation des glaciers, et nous avons vu que le principe de leur extension et de leur accroissement successifs, était également sujet à contestation. On sait cependant, que les glaciers ne sont pas le produit d'une congélation instantannée, mais le résultat d'une série de modifications qui concourent à transformer d'abord la neige ordinaire, en *nevé* ou neige grenue, puis en glace poreuse qui tend à devenir de plus en plus compacte ; il résulte de là, que l'une des premières conditions à remplir pour qu'il se forme un glacier dans le fond d'une vallée, c'est que la neige demeure toute l'année sur les sommets élevés qui l'entourent, et encore, a-t-on remarqué qu'il

¹ Études sur les phénomènes erratiques de la Scandinavie par S. Du-rocher, *Bulletin de la Société géologique de France*, 2.^e série, tome 4, page 73. — Consultez également dans les *Éléments de géologie* de d'Omal-lus d'Halloy, les chapitres 2 et 3 intitulés *du Déluge* et des *Phéno-mènes anté-diluviens*. — Voyez aussi H. Lecoq, *Des Glaciers et des Climats*, chapitre 12.

n'existe presque jamais de glaciers dans les grandes vallées latérales des montagnes, surtout quand elles affectent la direction est-ouest. Parmi les causes qui contribuent le plus efficacement à la formation d'un glacier, les alternatives de températures diurnes et annuelles y jouent sans contredit le premier rôle : c'est pourquoi, les zones froides et tempérées du globe, paraissent être les seules qui soient favorables à leur existence. Dans toute la zone équatoriale, les vastes champs de neige qui recouvrent les hautes montagnes des Andes, n'engendrent point de glaciers,¹ et on n'en rencontre pas non plus sur les basses plaines des contrées polaires, quoique la neige y séjourne toute l'année.²

La puissance et l'extension des glaciers dépendent aussi, en grande partie, de la configuration des bassins où ils se forment, et de leur proximité plus ou moins grande de l'Océan; car, toutes choses égales d'ailleurs, la chaîne de montagnes qui possède le climat le plus humide, et où par suite, il tombe plus de neige, doit avoir les plus grands glaciers.³

¹ Cela paraît tenir à deux causes principales signalées par MM. Charpentier et Élie de Beaumont; 1.^o à la grande sécheresse de l'air et à une puissante évaporation qui ne permet pas aux neiges de s'imbiber d'eau; 2.^o à ce que la température varie très-peu d'une saison à l'autre, ensorte qu'il n'y a point ces alternatives de gel et de dégel qui caractérisent nos climats. Études sur les glaciers du nord et du centre de l'Europe, par Durocher, *Annales des mines*, 4.^e série, tome 12, page 54. — *Mémoire sur les glaciers de la Scandinavie*, par J. Durocher, *Compte-rendu de l'académie des sciences*; tome 23.^e, 2. semestre de 1846.

² Suivant M. Ch. Martins, il ne se forme des glaciers que dans les vallées et jamais dans les plaines. Notes sur les glaciers en général, *Bull. de la Société géolog. de France*, tome 12, pages 125 à 128.

³ Voir dans le mémoire de M. J. Grange, *Recherches sur les glaciers, les glaces flottantes et les dépôts erratiques*, le paragraphe intitulé : Considérations sur l'influence des climats, sur la disposition et la limite inférieure des glaciers, page 67.

M. Henri Lecoq, dans son ouvrage intitulé : *des glaciers et des climats*, publié en 1847, a voulu démontrer que la cause des changements de climat qui ont eu lieu sur la terre, est due à un refroidissement progressif du Soleil ; et il attribue l'ancienne extension des glaciers et la dispersion des blocs erratiques, à l'influence de cet astre, à l'époque où il possédait une température plus élevée qu'aujourd'hui. Nous ne pouvons partager son avis : tout semble prouver en effet, que depuis l'époque où l'homme est venu habiter la terre, les climats solaires n'ont éprouvé aucune variation appréciable, et qu'il faudrait peut-être remonter à plusieurs milliers de siècles, pour obtenir une différence qui fût capable d'influencer nos températures moyennes annuelles.¹ Nous comprenons très-bien, qu'une certaine augmentation de chaleur et de lumière, qui adoucissait sensiblement le climat du Spitzberg et de la Norvège, pourrait, dans de certaines circonstances, être favorables à une extension limitée des glaciers de ces contrées ; mais il ne paraît pas aussi facile d'en conclure que le même effet se produirait dans les Alpes, le Jura, les Vosges et les Pyrénées : car, en définitif, nos hivers étant devenus plus doux et nos étés plus chauds, il est à peu près certain que les glaciers de la Suisse diminueraient bien loin d'augmenter ; quand bien même, il serait vrai, que la neige aurait dû tomber alors en

¹ M. Pouillet, n'attribue à la masse gazeuse incandescente qui forme la partie externe du Soleil, qu'une température de 1200 degrés. Cette estimation nous paraît bien faible et peu en rapport avec l'éclat éblouissant des rayons que cet astre nous envoie : cependant, en la considérant comme exacte, il faudrait, pour admettre l'hypothèse de M. Lecoq, supposer un décroissement assez considérable dans la chaleur de cette enveloppe, depuis l'apparition de l'homme sur la terre ; car, un demi degré par siècle, ne donnerait qu'une diminution de 50 degrés depuis 6000 ans, ou un quarantième de la chaleur solaire actuelle à sa surface.

plus grande quantité sur les hautes cimes des Alpes, ce qui est loin d'être prouvé.¹ C'est toujours à la suite des années froides et humides que les glaciers des Alpes prennent de l'extension, tandis qu'ils retrogradent à la suite des années dont les étés sont chauds et les hivers doux.

Les neiges qui tombent en abondance vers les pôles ou sur le sommet des montagnes, peuvent bien, quand par des circonstances accidentelles, elles s'étendent au-delà de leurs limites habituelles, être une cause de froid momentanée pour les pays circonvoisins; et les grandes débâcles des glaces polaires,² quand elles sont poussées par les courants, vers les zones tempérées, produisent des effets analogues dans les régions qu'elles parcourent: mais, toutes ces causes perturbatrices n'ont qu'une action passagère et limitée, et la température climatérique des différents points du globe n'en est que peu affectée. Elle oscille sans cesse autour d'une moyenne qui se retrouve presque exactement la même, quand au lieu de comparer entre elles les températures moyennes annuelles, on prend pour terme de comparaison les moyennes décennales en chaque lieu de la terre. On peut d'ailleurs affirmer

¹ Nous avons déjà dit, que sur les Pyrénées et les Alpes, la limite des neiges perpétuelles s'élevait, à très-peu près, à la même hauteur, quoique la température moyenne des Alpes (latitude 46°), rapportée au niveau de la mer, soit de 41°, 2', tandis qu'aux Pyrénées, latitude 43 degrés, elle est de 15 degrés 7 minutes. Cela tient, en grande partie, à ce que les Alpes appartiennent à un climat littoral, tandis que les Pyrénées font partie d'un climat péninsulaire. Or, si nous supposons que la chaleur du Soleil a été suffisamment élevée pour porter, toute chose égale d'ailleurs, la température moyenne annuelle des Alpes (par lat. N. 46 degrés), à 15 degrés, 7 minutes, il est évident que la limite des neiges perpétuelles s'élèvera, bien loin de s'abaisser, et qu'ainsi les glaciers de ces montagnes diminueront, au lieu de prendre de l'accroissement.

² Lyell. *Principes de Géologie*, tome 1.^{er}, p. 270.

que la ligne des neiges perpétuelles, dans aucun lieu donné, ne pourrait s'abaisser au-dessous de la limite actuelle, et cela d'une manière permanente, qu'autant que la température de son climat viendrait à subir, par une cause quelconque, une profonde modification. Une source de chaleur sans cesse agissante ne peut jamais devenir une cause effective de refroidissement, et par cela seul qu'on suppose, que jadis le soleil a possédé une action calorifique plus puissante que maintenant, il faut en conclure que le globe terrestre recevant alors une plus grande quantité de calorique, s'échauffait davantage, et que nos saisons étaient généralement plus chaudes qu'elles ne le sont aujourd'hui.

La formation de notre système planétaire suivant la théorie de Laplace, nous ayant paru être celle qui réunissait en sa faveur la plus grande somme de probabilités et rendait mieux compte de l'ensemble des phénomènes célestes, nous avons dû l'adopter exclusivement à toute autre¹.

Mais de ce que toutes les planètes et leurs satellites se sont un jour et par une cause quelconque qui, sans doute, nous sera toujours inconnue, séparés de la masse principale du Soleil, pour tourner autour de lui suivant des lois fixes et invariables; de ce que ces globes ainsi détachés du foyer central qui entretenait leur incandescence, se sont peu à peu refroidis; faut-il en conclure que le Soleil lui-même se trouve dans des conditions absolument identiques, et qu'il va sans cesse en se refroidissant; en sorte que, par la suite des siècles, il sera un corps obscur et opaque qui deviendra pour nous complè-

¹ Voyez un mémoire de M. Th. Virlet, intitulé : *Idées nouvelles* sur la nature des comètes et la formation de leurs queues; les aérolithes; l'origine de la terre et des planètes; la formation des montagnes; les cratères de soulèvement; le soulèvement de la Suède, etc. *Bulletin de la Société géologique de France*, tome 6, page 212.

tement invisible? Dans l'état actuel de la science, rien ne nous oblige d'admettre des conclusions aussi rigoureuses et de pousser aussi loin l'analogie. Nous pensons qu'on peut très-bien, sans manquer aux lois d'une saine philosophie, supposer que le Soleil et la plupart des étoiles sont doués d'une lumière et d'une chaleur qui leur sont propres; lumière et chaleur qu'ils ont la propriété de renouveler, sans cesse, suivant un mode que la nature nous a dérobé jusqu'à présent, mais que les efforts incessants de l'esprit humain parviendront peut-être à découvrir un jour.¹

DES VOLCANS.

Il n'est point de spectacle qui soit plus imposant et plus majestueux que l'aspect d'un volcan, et qui en même temps soit plus digne de la curiosité et de l'observation d'un philosophe. Aussi, leur étude remonte-t-elle aux âges les plus reculés; et, c'est sans contredit, au désir bien naturel d'arriver à une explication rationnelle de ces grands phénomènes de la nature, que l'on doit l'enfantement d'un si grand nombre de systèmes aussi curieux que singuliers.

Les anciens observateurs, plus occupés de la partie hypothétique que de l'examen des faits, nous ont légué une foule de conjectures plus ou moins heureuses sur leur origine, ainsi que sur leurs rapports avec l'intérieur du globe. Mais, depuis quelques années, un grand nombre de naturalistes, abandonnant la route suivie par leurs devanciers, se sont livrés avec ardeur à l'étude des faits; et bien que cette étude,

¹ Consultez le 25.^e chapitre de l'ouvrage de M. Lecoq, déjà cité, et un mémoire de M. Angelot, sur la formation de notre système planétaire. *Bull. de la Société géolog. de France*, 1.^{re} série, tome 11, page 156.

ait encore fait naître une foule de fausses hypothèses et de théories hasardées, elle n'en a pas moins contribué aux progrès de la science en nous fournissant une réunion imposante d'observations bien faites.

On avait cru, jusqu'à ces derniers temps, que le voisinage des eaux de la mer était indispensable à l'action volcanique : or, comme les eaux de la mer occupent en étendue les $\frac{3}{4}$ de la surface totale du globe terrestre; que de plus, la plupart des volcans en activité sont situés dans des îles, on était fondé à considérer cette hypothèse comme une des vérités fondamentales de la théorie des volcans.

L'extinction successive d'un grand nombre de volcans, qui se trouvent aujourd'hui au milieu des continents, s'expliquait alors tout naturellement, en admettant que les eaux marines qui jadis, avaient baigné leur pied, s'en étaient peu à peu éloignées; soit, parce que leur niveau général avait baissé, soit, ce qui était plus conforme à la vérité, parce que ces mêmes eaux, à la suite de quelques grandes révolutions, s'étaient portées sur d'autres plages.

Cette ingénieuse théorie dût s'effacer, le jour où M. de Humboldt¹ fit voir que dans le Nouveau-Monde, les volcans de la grande chaîne des Andes, dont les bases sont à plus de 2000 mètres au-dessus du niveau de la mer, ne sont pas à moins de douze myriamètres du rivage du grand Océan : distance, qui valait cependant bien la peine qu'on la prit en considération, quand il s'agissait de conduire des eaux salées jusqu'à leurs foyers incandescents. Dans les provinces de Mexico et dans la Colombie, le Jorullo, le Popocatepell, et le volcan de la Fragua, tous les trois en activité, sont situés respectivement

¹ Voyage aux régions équinoxiales. *Cosmos*, premier volume, page 278. *Asie centrale*, tome deuxième, page 69.

à 15, 25 et 29 myriamètres des bords de l'Océan, tandis que le centre du groupe immense des volcans éteints de l'Auvergne, n'est qu'à 20 myriamètres des bords de la Méditerranée.¹

Depuis lors, cet illustre voyageur a fait connaître, qu'on trouve dans l'Asie centrale,² des volcans en activité bien plus éloignés encore, puisque plusieurs d'entre eux sont à plus de 250 myriamètres de toute mer, et à plus de 30 myriamètres des grands lacs d'eau douce qui existent dans certaines parties de ce vaste continent.

L'examen critique, de toutes les théories volcaniques qui ont été inventées depuis seulement un demi-siècle, nous entraînerait dans de longs et minutieux détails, qui sortiraient du cadre que nous nous sommes imposé. Tous ces systèmes, sont d'ailleurs très-bien exposés, dans plusieurs ouvrages qui ont traité spécialement ce sujet intéressant, et auxquels nous renvoyons le lecteur curieux de connaître, sur ce chapitre, l'histoire des aberrations de l'esprit humain.³ Nous nous contenterons donc, de rapporter ici, quelques lignes empruntées au premier volume du cosmos de M. de Humboldt. Ces lignes, indépendamment de ce qu'elles font bien connaître l'état de la question, nous ont semblé réfuter suffisamment toutes les théories nouvelles qui, comme celles de MM. Gay Lussac et de Boucheporn, reposent sur des combinaisons et réactions chimi-

¹ Les volcans éteints de la Provence et du Languedoc ne sont éloignés que de quelques kilomètres seulement, des bords de la mer, et ses eaux baignent le pied de celui qui est situé près de la ville d'Agde.

² Voir les *Fragments asiatiques*.

³ *Considérations générales sur les volcans*, par M. de Girardin. *Histoire des progrès de la géologie de 1834 à 1845*, par M. d'Archiac, tome 1, page 585.

ques entre différentes substances minérales, telles que : chlorures, cyanures, sulfures,¹ etc.

« Suivant les phases diverses que les sciences chimiques ont parcourues, les phénomènes volcaniques ont été successivement attribués au bitume, puis aux pyrites ou à un mélange humide de soufre et de fer réduits en poussière, tantôt à des pyrophores naturels, tantôt aux métaux des alcalis et des terres. Hàtons-nous de dire que le célèbre chimiste, auquel nous devons la découverte des métaux alcalins, sir Humphry Davy, a renoncé lui-même à son hypothèse chimique. La densité moyenne de la terre (5,44) comparée aux poids spécifiques beaucoup plus faibles du potassium (0,865), du sodium (0,972), et des métaux terreux (1,2), l'absence d'hydrogène² dans les émanations gazeiformes des fissures volcaniques ou des laves encore chaudes, et bien d'autres considérations chimiques, sont en contradiction manifeste avec les anciennes idées de Davy et d'Ampère.³ Veut-on, pour étayer l'hypothèse d'une combustion souterraine, recourir à l'introduction de l'air dans l'intérieur des volcans, ou comme on l'a dit par métaphore,

¹ Voyez *Description des terrains volcaniques de la France centrale*, par Burat, introduction, pages xx et xxi.

² Voyez Spallanzani: *Voyage dans les Deux-Siciles*, tome 3, chapitre 21. — *Manuel de géologie*, par Labèche. — Brougniart, des volcans et des terrains volcaniques; *Article du dictionnaire des sciences naturelles*, etc. — M. Léon Pilla, ne partage pas cette opinion. Voyez un extrait de son mémoire intitulé: *Sur la production des flammes dans les volcans*, C. R. Académie des sciences, séance du 23 octobre 1845, et *Bulletin de la société géologique de France*, 2.^e série, tome 2, page 595.

³ On trouvera un exposé sommaire des théories de Davy et d'Ampère, dans les notes 2 et 3 des *Lettres sur les révolutions du globe*, par Bertrand, sixième édition, 1845.

« à une aspiration de notre planète? On rencontre des diffi-
« cultés analogues : là, c'était l'hydrogène qui faisait défaut
« parmi les produits des volcans; ici, c'est l'azote, dont on
« retrouve à peine quelques traces dans leurs exhalaisons.
« Une activité si puissante et si généralement répandue dans
« les entrailles de la terre, ne saurait avoir sa source dans
« les réactions chimiques, qui s'engendrent au contact de
« certaines substances particulières à quelques localités. La
« nouvelle géognosie préfère en chercher la cause dans la
« chaleur centrale de notre globe, chaleur dont l'existence se
« révèle à la surface par la température croissant rapidement
« avec la profondeur, sous toutes les latitudes, et dont
« l'origine remonte à ces époques cosmogoniques où notre
« planète elle-même fut formée par la condensation progres-
« sive d'une partie de l'atmosphère nébuleuse du soleil.¹

A cette théorie moderne qui explique avec tant de facilité la nature variable des substances plutoniques, dans les différents âges géologiques, on a fait une objection qui, au premier abord, paraît insurmontable. En ne supposant, a-t-on dit, que 80 kilomètres d'épaisseur à la croûte solide du globe, il faudrait pour soulever jusqu'à sa surface, des masses incandescentes pesant trois fois plus que l'eau, une pression équivalente à 30,000 atmosphères au moins.² Or, on ne peut admettre que des gaz développés par suite de réactions chimiques, soient susceptibles d'une énergie aussi considérable.

Nous ne connaissons pas la nature des réactions chimiques, qui s'exercent au contact des matières minérales en fusion, formant le noyau central liquide de notre planète, et notre ignorance à cet égard durera sans doute encore bien longtemps :

¹ *Cosmos*, page 270.

² Boucheperon, ouvrage déjà cité, page 256.

mais nous savons parfaitement, que les roches en ignition sont susceptibles d'absorber certains gaz, puis de les rendre libres pendant la période de leur refroidissement.¹ Ce fait une fois

¹ Voyez à cet égard deux notes de M. Angelot, sur les causes des émanations gazeuses provenant de l'intérieur du globe; *Bulletin de la société géologique de France*, tome 15, pages 178 et 398.

M. Angelot (v. *Bulletin de la société géologique de France*, tome 13, page 248), répondant à une note de M. de Roys sur le refroidissement du globe (*Bulletin*, tome 15, page 258), et voulant prouver que l'intérieur d'une sphère qui passe de l'état liquide à l'état solide, diminue plus rapidement de volume que la superficie déjà solidifiée, cite une opinion de M. Leblanc, qui attribue au retrait de la matière qui se solidifie, la cavité qu'on rencontre dans les balles sphériques de plomb, ainsi que les soufflures qu'on remarque dans les pièces de canon. Pour les balles de plomb, cela est parfaitement exact. C'est un fait connu depuis longtemps, dans l'artillerie, que c'est bien réellement le retrait qui occasionne cette petite cavité, dont la position, un peu supérieure au centre de figure, reste la même dans toutes les balles indistinctement. Cela tient évidemment, à ce que la surface externe des balles en contact avec les parois du moule, ainsi que le petit jet de métal destiné à le remplir, se figent beaucoup plus vite que la partie interne qui, en se solidifiant à son tour sous l'influence de la pesanteur, laisse à la partie supérieure un petit vide occupant constamment la même place; et, c'est pour remédier en partie à ce défaut, que les règlements prescrivent de retourner le moule quelques instants après la coulée. Je ne vois rien là d'ailleurs, qui puisse se comparer au refroidissement d'une masse liquide tournant librement sur elle même, et dont toutes les parties pesant également vers le centre, sont dans une continuelle agitation.

Quant aux soufflures que l'on rencontre dans les canons de bronze ou de fer coulé, elles sont dues à des causes toutes différentes. Il est d'usage dans les fonderies, de p'acer à la partie supérieure de chaque moule une partie cylindrique d'un fort diamètre et d'une grande hauteur, nommée masselotte, et qui est destinée à fournir tout le métal nécessaire pour la bonne exécution de la pièce moulée. — Le bronze qui constitue nos bouches à feu, et dont la composition est moyennement de cent parties de cuivre sur dix à onze d'étain, commence à entrer en fusion à 900 degrés, et l'on ne coule jamais avant que la température du bain ne soit de

constaté, l'objection précédente s'évanouit complètement. Pour concevoir, en effet, que la matière minérale en fusion puisse s'élever dans les cheminées volcaniques, sous la seule impulsion de gaz comprimés, il suffit de se rappeler que d'après les expériences de Rumfort, la déflagration de quelques grammes de poudre de guerre, est capable de développer une chaleur de 2400 degrés centigrades, et que la masse gazeuse qui en résulte, possède à cette haute température, une pression équivalente à 30,000 atmosphères au *minimum*.¹

1850 à 2000 degrés. Il doit donc se passer là des phénomènes tout autres que dans le coulage des balles de plomb, qui a lieu à une température incomparablement plus basse.

La masselotte est non-seulement destinée à fournir à la retraite que prend le métal fluide en se solidifiant, et à remplacer celui qu'absorbent les terres des moules ; mais encore, par la pression qu'elle exerce, elle comprime toute la masse liquide, et force la matière en fusion à pénétrer dans tous les interstices des portions de métal déjà solidifiées. Il en résulte que la densité du bronze doit être plus considérable dans les parties inférieures du canon ; et c'est ce que l'expérience a toujours confirmé.

Les *sifflets*, *chambres*, *soufflures* ou *cavités* que l'on remarque dans certains canons, n'occupent jamais une position fixe et déterminée, ce qui prouve, qu'en général, ils ne sont pas dus au retrait du métal, mais bien plutôt à des gaz qui n'ont pu s'échapper à travers la matière en fusion. Ces défauts se multiplient surtout quand on coule froid, c'est-à-dire, au-dessous de 1600 à 1700 degrés ; mais ils disparaissent à peu près, en totalité, quand on coule très-chaud. On observe d'ailleurs, que la partie supérieure de la masselotte, est criblée dans le premier tiers de sa hauteur, de chambres, sifflets et cavités, dus à l'expansion des gaz qui n'ont pu s'échapper, la pellicule externe s'étant figée une des premières : en sorte que, dans cette partie, cette masse de bronze est tout-à-fait spongieuse et scoriacée.

¹ Je dis au *minimum*, parce que les expériences ont été faites sur de très-petites quantités de poudre, et qu'il est à présumer, que la chaleur dégagée croît, du moins dans une certaine limite, avec le volume de la poudre soumise à la combustion ; que d'ailleurs, à la tension des gaz permanents de la poudre, doit s'ajouter celle des vapeurs qui proviennent

En 1850, MM. Dulong et Arago ont publié une table des tensions de la vapeur d'eau, qu'ils ont vérifiée par l'expérience, jusqu'à la température de 224 degrés. Si la loi qu'ils en ont déduite, continuait d'exister pour toutes les températures supérieures jusqu'à 2400 degrés, on trouverait à cette limite, une pression égale à 1,619,000 atmosphères. Comme il est très-probable cependant, qu'au-dessus d'une certaine chaleur, la vapeur d'eau se comporte comme un gaz permanent, la tension réelle doit être beaucoup moindre que celle que nous venons d'obtenir. En ne prenant pour cette tension réelle de la vapeur à 2400 degrés, ¹ que le vingtième de celle calculée, elle serait encore égale à 80000 atmosphères, ce qui donne une force mécanique bien supérieure à celle dont les géologues ont besoin, pour faire arriver la matière incandescente, jusqu'aux sommets des cratères volcaniques les plus élevés. Ces aperçus, nous prouvent que la puissance dont la nature peut disposer, pour produire de grandes révolutions

de la volatilisation des particules solides qui brûlent dans les premiers instants de la déflagration. Il est évident, en effet, que le volume des vapeurs ainsi produites, devra croître avec la quantité absolue de chaleur dégagée, quantité qui, elle-même, dépend du poids de la poudre comburée.

¹ Suivant Poisson, si la théorie de la chaleur centrale était exacte, la température du globe à 60 kilomètres au-dessous de la surface, serait d'environ 2000 degrés; tandis qu'au centre, en l'évaluant au moyen des formules ordinaires qui se rapportent aux corps solides homogènes, elle surpasserait 200000 degrés; mais, dès qu'on admet qu'à 80 ou 100 kilomètres de profondeur, la masse minérale intérieure est à l'état fluide, et que cet état peut se prolonger jusqu'au centre, cette loi d'accroissement ne peut plus subsister. Il est extrêmement probable, qu'alors la chaleur se comportera comme elle le fait habituellement dans toute autre masse liquide, dont tous les points conservent en général, des températures sensiblement peu différentes; tout au plus, pourrait-on admettre, eu égard à la densité des couches centrales et à la grande pression qu'elles supportent, que la température peut s'élever vers le centre, jusqu'à huit ou dix mille degrés.

sur la surface de la terre, n'est pas aussi limitée qu'on se plaît généralement à le répéter. Ils montrent en outre, ce qu'on doit penser de l'hypothèse qui fait intervenir dans les théories volcaniques, l'action des eaux douces ou marines, qui pénétreraient à travers des canaux étroits et tortueux, jusqu'à la surface liquéfiée du noyau central du globe terrestre.¹

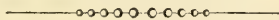
Si l'on veut admettre, ce qui du reste est fort vraisemblable, que la surface inférieure de la croûte solide du globe n'est pas une surface unie, mais qu'elle est au contraire rugueuse, et remplie d'aspérités et de creux plus ou moins profonds,² on comprendra alors, comment des gaz accumulés lentement dans ces profondes cavités, ont pu à un moment donné et par suite de causes accidentelles, être soumis, soit à une pression plus considérable, soit à une température plus élevée, et acquérir une tension suffisante pour occasionner à la surface de notre planète un étoilement partiel du sol, et un redressement de ses couches, autour d'un point unique et central. On trouverait ainsi, dans la seule existence de gaz

¹ Nous n'admettons pas, que les eaux de la surface terrestre puissent, en général, pénétrer jusqu'à la matière incandescente; mais, cette matière en s'élevant sous l'empire d'une force quelconque, dans des canaux souterrains, peut venir se mettre en contact avec des réservoirs d'eau, qui existeraient à plusieurs mille mètres de profondeur au-dessous de la surface: alors, l'expansion subite d'une énorme quantité de vapeur, pourrait produire des soulèvements locaux d'une grande énergie. On sait cependant, qu'il existe dans presque toutes les roches pyrogènes, une certaine quantité d'eau de combinaison, mais cela ne prouve pas que ces roches ont cristallisé sous l'influence de l'eau. Voyez un mémoire de M. Delesse; *Annales des mines*, 4.^e série, tome 12, page 195, et un autre de M. Durocher; *bulletin de la Société géologique de France*, 2.^e série, tome 4, page 1018.

² Note sur le refroidissement du globe, les divers phénomènes qui l'accompagnent et ceux des révolutions du globe qu'il peut expliquer, par M. Roys; *bulletin de la Société géologique de France*, tome 13, page 238; observations de M. Angelot etc, *idem*, pages 245 et 377.

comprimés, sous l'influence d'une haute température, une cause probable de ces relèvements partiels et isolés, auxquels M. Léopold de Buch, à cause de leur forme circulaire ou elliptique, a imposé le nom de *cratères de soulèvement*, et dont l'existence, d'abord fort contestée, est aujourd'hui hors de doute et a pris rang dans le domaine des faits démontrés. Cette opinion de l'illustre géologue prussien, fut à son apparition vivement attaquée, mais elle a été défendue avec beaucoup de talent et de succès, par MM. Dufresnoy et Élie de Beaumont, et leurs beaux travaux sur le mont Dore, le Cantal, l'Etna et le Vésuve ont achevé de porter la conviction dans tous les esprits. ¹

¹ Voyez, *mémoires pour servir à une description géologique de la France*, tome 2, page 223 ; tome 5, page 193 et tome 4, pages 1 et 284.



NOTE A,

SUR LA DENSITÉ DES COUCHES CENTRALES DU GLOBE TERRESTRE.

Si l'on suppose le rayon moyen de la terre, égal à 6000 kilomètres, et si l'on ne veut donner que 60 kilomètres d'épaisseur à la croûte extérieure, on trouvera que le volume du noyau liquide est seulement trente-deux fois plus considérable, que celui de la pellicule solide qui l'entoure. Supposons donc, que le globe soit composé de trente-trois couches, égales en volume à celle de l'enveloppe minérale sur laquelle nous marchons et dont la moyenne densité est environ 2,75. Si nous admettons que la densité croît de la surface au centre, suivant une progression arithmétique, il nous sera facile de trouver la densité de la couche la plus centrale, sachant déjà que la densité moyenne de tout le globe est égale à 5,44. En effet, ces trente-trois densités formeront une progression dont on connaîtra, le nombre des termes 33, la somme de tout les termes $33 \times 5,44 = 179,52$ et le premier terme 2,75. On pourra donc calculer le dernier terme qui sera 8,03. Comme il est reconnu que le centre du globe renferme des roches beaucoup plus denses, il en faut conclure que cette manière d'envisager la question, n'est pas applicable à notre planète.

Cherchons donc une autre hypothèse, plus en harmonie avec les faits. Concevons notre globe divisé en couches concentriques d'égale épaisseur dont les densités iraient en augmentant, de la surface au centre, suivant une progression

arithmétique croissante. Si on ne prend que 3 couches ayant chacune 2000 kilomètres d'épaisseur, les volumes respectifs des trois sphères concentriques auxquelles elles appartiendront, seront proportionnels aux cubes de leurs rayons, si donc on fait le rayon du noyau central égal à 1, les volumes de ces trois couches seront successivement en parlant du centre : 1, 8—1 et 27—8 ou 1, 7 et 19.

Si maintenant, 2,75 est la densité de la 1.^{re} couche, a celle de la couche n.^o 2, b celle de la couche n.^o 3 ou noyau central, ces trois nombres devront former une progression arithmétique, dont il faut chercher la raison.

Le poids de la couche superficielle n.^o 1, est égal à :

$$19 \times 2,75 = 52,25.$$

$$\text{Celui de la couche n.}^{\circ} 2 \quad = 7 a.$$

$$\text{Celui de la couche n.}^{\circ} 3 \quad = b$$

La somme $7 a + b + 52,25$ sera donc égale au poids total du globe, et si on divise cette somme par le volume total qui est $1 + 7 + 19 = 27$, on devra retrouver la densité moyenne 5,44 : on aura donc l'équation

$$7 a + b + 52,25 = 27 \times 5,44 = 146,88,$$

mais m étant la raison, on doit avoir

$$m + 2,75 = a \text{ et } 2 m + 2,75 = b,$$

faisant les substitutions et réduisant, il viendra :

$$9 m = 72,63 \text{ d'où } m = 8,07,$$

d'où l'on conclut pour la densité de la couche centrale $b = 18,89$, ou à peu près la densité de l'or.¹

¹ Voir *Bulletin de la Société géologique de France*, tome 13, page 251 et *histoire des progrès de la géologie* par d'Archiac, tome 1, page 35.

Soit n le nombre des couches, V le volume total du globe terrestre,

Si au lieu de trois couches on en veut supposer cinq, un calcul analogue donnera, pour la densité du noyau central 16,20, et dans le cas de onze couches, 14,65 seulement. Il est évident, qu'elle diminuerait encore, si le nombre des couches était plus considérable.

On peut faire sur l'arrangement des couches bien des suppositions, si par exemple, au lieu d'admettre qu'elles ont toutes la même épaisseur, on suppose que cette épaisseur va en croissant, du centre de la terre vers la surface, suivant une progression arithmétique dont la raison soit 0,10, on trouvera que le noyau central a pour densité, dans le cas de 3 couches, 20,54; et dans le cas de 5 couches, 19,15. Mais si la raison de la progression est 0,20, le noyau central aura pour densité 24,20 dans le cas de 3 couches, 21,304 dans le cas de 5 couches et 20,32 pour le cas de onze couches. Enfin, si la raison de la progression est égale à 1, les densités du noyau central seront respectivement, 44,25 et 31,95, suivant que notre planète sera formée de trois ou de cinq couches concentriques. Ainsi, dans tous les cas, la densité du noyau central diminue quand le nombre des couches augmente, ce qui est l'opposé de ce qu'on avait cru devoir conclure, *à priori*,

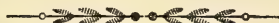
si en partant de la surface, on fait successivement les volumes des couches concentriques égaux à $v, v', v'', v''',$ etc, $v^{(n-1)}$, et leurs densités croissantes égales respectivement à $a, b, c, d,$ etc, x , l'équation générale qui donnera la valeur m de la raison de la progression arithmétique, suivant laquelle croissent les densités, en allant de la surface au centre, sera

$$m(v' + 2v'' + 3v''' + 4v'''' + \text{etc.} + (n-1)v^{(n-1)}) = V(5,44-a) = V \times 2,69,$$

en se rappelant que la densité a de la première couche, est égale à 2,75. m étant ainsi déterminé, on en déduira celle de

$$x = (n-1)m + 2,75.$$

d'un examen superficiel de la question. Pour effectuer ces calculs, nous avons pris la densité moyenne 5,44 due à M. Reich, parce qu'elle est celle qui a été généralement adoptée par les géologues et les physiciens. Cavendish avait trouvé 5,58, mais M. Baily, qui a fait il y a quelques années, de nombreuses expériences avec des sphères de diverses substances, telles que plomb, cuivre, ivoire, platine, zinc, verre etc., a trouvé 5,67 pour la densité moyenne de la terre. On pense, eu égard aux soins minutieux dont s'est entouré l'auteur, que cette détermination est la plus approchée de la vérité.



BUREAU DE L'ANNÉE 1849.

MM.

Président..... MALHERBE (Alfred), Juge au Tribunal civil.

Secrétaire..... MONNARD (Pascal), Médecin ordinaire en retraite.

Trésorier-archiviste. JOBA (Auguste), Garde-magasin du Mont-de-Piété.



ERRATA

DE LA NOTICE SUR LA THÉORIE DE LA TERRE.

Fautes les plus essentielles à corriger.

Page 70, ligne 18, et sa propre substance	<i>lisez</i> :	de sa propre substance
— 81, — 12, dissoute	—	dissoutes
— 96, — 23, Bendant	—	Beudant
— 98, — 21, Buvat	—	Burat
— 98, — 32, Cormogonie	—	Cosmogonie
— 99, — 8, éprouvés	—	éprouvé
— 101, — 12, l'éclat	—	l'état
— 106, — 20, Bequevel	—	Bequerel
— 106, — 23,)		
— 107, — 8, 21,) Brougniart	—	Brongniart
— 107, — 14, Permieu	—	Permien
— 113, — 6, nécomien	—	néocomien
— 113, — 6, gros	—	grès
— 117, — 17, Pomalia	—	Pomatia
— 117, — 23, molluques	—	mollusques
— 117, — 29, Forbec	—	Forbes
— 118, — 8, d'Archacs	—	d'Archiac
— 121, — 28, Pallus	—	Pallas
— 121, — 36, Barer	—	Baër
— 122, — 13, rencontrée	—	rencontré
— 123, — 27, Mallebrun	—	Maltebrun
— 123, — 25, géolosie	—	géologie
— 131, — 33, Grauge	—	Grange
— 142, — 6, se passer ainsi,	—	se passer ainsi :
— 142, — 14, ressoudées,	—	supprimez la virgule

ADDITION A LA PREMIÈRE NOTE DE LA PAGE 154.

Cette vitesse de 2800^m par seconde, que nous avons puisée dans le petit traité de Géographie physique de Huot, nous semble passablement exa-

gérée. Tout le monde sait, que la vitesse de l'air qui rentre dans le vide, à la température de 10° et sous la pression barométrique de $0^m,76$, ne dépasse pas environ 400^m en nombre rond; ainsi, tous les vents violents d'*aspiration*, c'est-à-dire, qui ont pour cause une très-grande raréfaction de l'air en un point quelconque de la surface du globe, ne pourront jamais atteindre une telle vitesse. Mais, comme l'énergie et la direction des ouragans sont dus à des causes très-complexes, encore peu connues, nous ne pourrions affirmer que, c'est là en effet, la limite *maximum* de la vitesse du vent. On a admis dans ces derniers temps, que des torrents d'eau chargés de boue et de gravier, et dont la pesanteur spécifique était alors d'environ 1,50 au moins, avaient pu acquérir une vitesse de vingt à vingt-cinq mètres par seconde, et produire ainsi des phénomènes qui aujourd'hui, nous semblent presque fabuleux. Sans vouloir comparer les effets mécaniques d'une telle masse d'eau, avec ceux dont serait capable une masse d'air d'égal volume, nous dirons seulement, que pour produire dans l'un et l'autre cas, une force vive équivalente, il faudrait imprimer à l'air qui est huit cents fois moins dense que l'eau pure, une vitesse trente-cinq fois plus grande.

ADDITION FAISANT SUITE A LA NOTE DEUXIÈME DE LA PAGE 178.

Si cependant on persiste à croire que dans les Alpes, toute espèce de terrain erratique est postérieur au soulèvement de la chaîne principale, on pourra admettre, que les blocs qui sont situés sur le chasseron y ont été poussés lors des grandes débâcles, à l'époque où le torrent qui descendait du Valais, pouvait pendant ses crues, se diriger en ligne directe vers cette montagne et remonter ses pentes sous l'influence d'une grande vitesse d'impulsion. On conçoit ainsi, que certains radeaux de glace chargés de blocs erratiques, ont pu être poussés à un niveau bien supérieur au niveau moyen du lac qui remplissait toutes les plaines de la Basse-Suisse, tandis que vers les parties latérales de ce grand courant, ces mêmes radeaux n'auraient pu s'échouer sur les rives du lac qu'à une hauteur beaucoup moindre.



TABLE DES MATIÈRES.

Compte-rendu des travaux de la Société d'histoire naturelle du département de la Moselle, pendant l'année 1847, par M. de Saulcy, secrétaire	1
Conséquences hasardées qu'on peut tirer des idées admises en géologies, par M. Soleirol.....	10
Note sur quelques nouvelles espèces de pics, par M. Alfred Malherbe.	14
Catalogue des lépidoptères ou papillons observés et recueillis aux environs de Metz, par M. Holandre.....	19
Note sur une orobranche de la primevère de Chine, par M. Holandre.	55
Sur une singulière nourriture de l'hélice des jardins, par M. Holandre.	57
Observation sur l'anémone Ranonculoïde, par M. Holandre.....	59
Sur le Cardamine pratensis, par M. Holandre.....	60
Notice sur la théorie de la terre et la permanence de son axe primitif de rotation, suivie de quelques observations sur certains systèmes géologiques, par M. B. de Lamothe.. ..	61
Note A, sur la densité des couches centrales du globe terrestre... ..	210
Bureau de l'année 1849.....	213
Errata.....	214

SUPPLÉMENT A L'ERRATA

DE LA NOTICE SUR LA THÉORIE DE LA TERRE,

Insérée dans le cinquième cahier, années 1848—1849.

Page 63, ligne 40, parlant	<i>lisez :</i> partant
— 70, — 48, et	— de
— 76, — 23, Roret	— Rozet
— 80, — 55, Mallebrun	— Maltebrun
— 82, ligne dernière, ond	— rond
— 87, — 27, de chaleur, qui etc.	— supprimez la virgule
— 90, — 44, liquifier	— liquéfier
— 113, — 6, gros vert	— grès vert
— 120, — 28, du Wilni	— du Wilhoui
— 127, — 28, Trogne-Pompée	— Trogue-Pompée
— 172, — 24, d'Archiar	— d'Archiac
— 174, — 6, étendue	— étendu
— 182, — 19, qui, en vertu de la précession etc.	<i>lisez :</i> qui, en
vertu de son mouvement séculaire combiné avec	
celui de la précession des équinoxes, parcourt etc.	
— 182, — 21, 26000 ans	— 21500 ans
— 185, — 25, isothernes	— isothermes
— 189, — 32, pour 1829	— pour 1859
— 193, — 6, privent	— prirent
— 198, — 25, } effacez minutes.	
— 198, — 50, }	
— 201, — 28, Popocatepelt	— Popocatepetl





